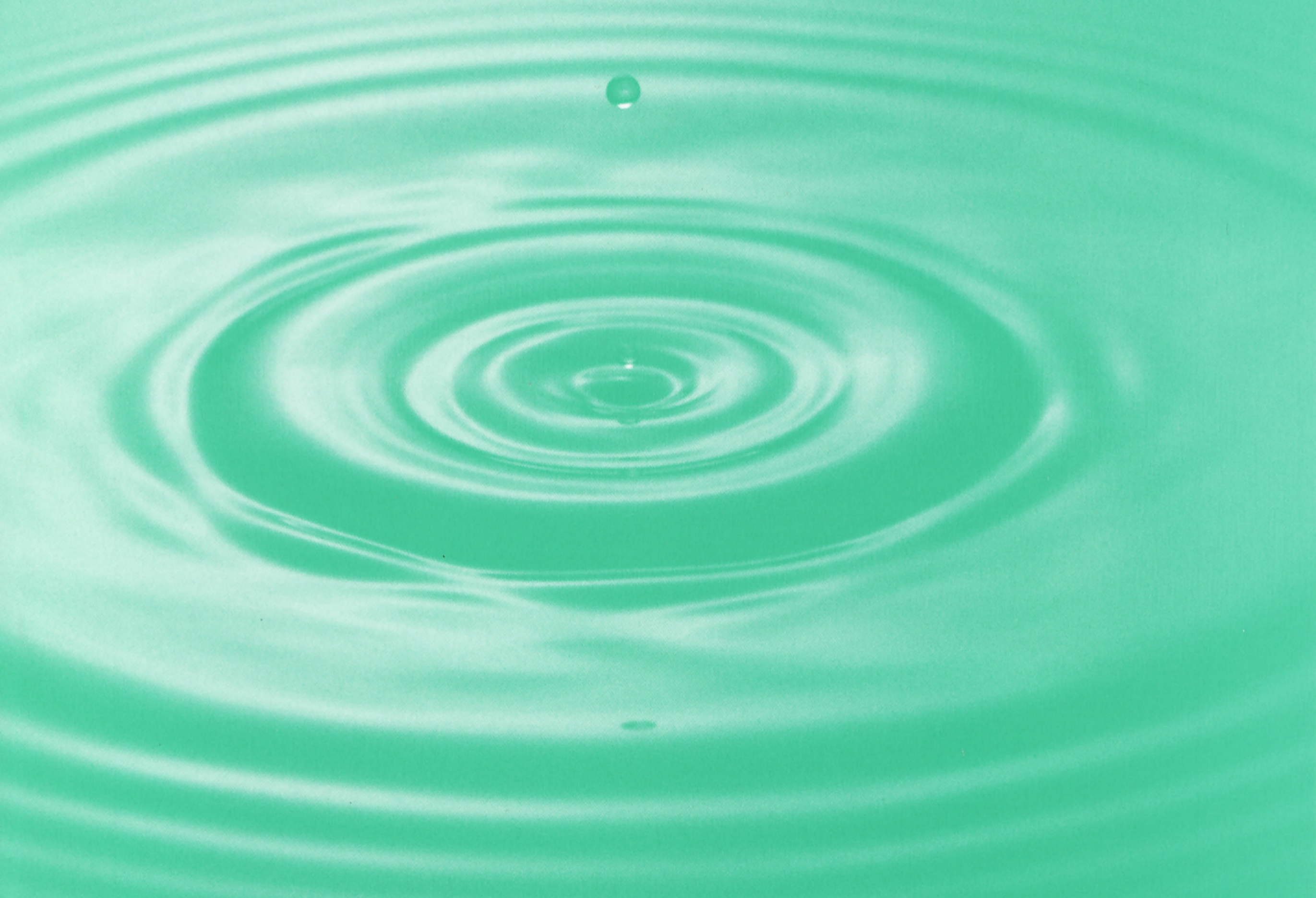
ISSN 0916-8273
略　称
視覚の科学
Jpn. J. Vis. Sci

Vol.30. No.2 2009

視覚の科学

JAPANESE JOURNAL OF VISUAL SCIENCE



日本眼光学学会誌

視覚の科学　第30巻２号

目　　次

<巻頭言>

快適な矯正の提供はサイエンスパズル ……梶田雅義（梶田眼科）…… 25

<日本眼光学学会　名誉会員・役員一覧> …… 26

<総　説>

弱視研究の新たな波 ……佐藤美保（浜松医科大学）…… 27

<原　著>

瞼裂幅が非接触型眼圧計の測定値に与える影響の流体力学的解析
……大島智晃（おおしま眼科）…… 35

<最近のトピックス>

オルソケラトロジーについて ……月山純子（近畿大学）…… 44

<学会印象記>

American Society of Cataract and Refractive Surgery（ASCRS）2009 …大鹿哲郎（筑波大学）…… 47

第113回日本眼科学会講演より
「変性近視」（５演題）および「黄斑上膜の不等像」（展示）印象記
……加藤桂一郎（㈶仁泉会医学研究所）…… 49

Association for Research in Vision and Ophthalmology（ARVO）に参加して
……不二門　尚（大阪大学）…… 51

<会　報> …… (7)～(17)

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は，（社）日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の従業員以外は，図書館も著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。
著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は，直接本会へご連絡下さい。

学術著作権協会

〒107-0052　東京都港区赤坂 9-6-41　乃木坂ビル
Phone: 03-3475-5618　Fax: 03-3475-5619
E-mail: info@jaacc.jp

ただし，アメリカ合衆国における複写については，下記へ。

Copyright Clearance Center, Inc.

222 Rosewood Drive, Danvers, MA 01923, USA
Phone:（978）750-8400　Fax:（978）750-4744

Notice about Photocopying

In order to photocopy any work from this publication, you or your organization must obtain permission from the following organization which has been delegated for copyright for clearance by the copyright owner of this publication.

Japan Academic Association for Copyright Clearance（JAACC）
6-41 Akasaka 9-chome, Minato-ku, Tokyo, 107-0052, Japan
Phone: 81-3-3475-5618　Fax: 81-3-3475-5619
E-mail: info@jaacc.jp

巻　頭　言

快適な矯正の提供はサイエンスパズル

梶田　雅義
（梶田眼科）

昨年11月18日と今年5月5日のテレビ朝日「本当は怖い家庭の医学」にゲスト出演させていただいた。昨年のテーマは近視の過矯正，今年のテーマは眼位異常が原因で発症する自律神経失調症様の症状だ。類似の症状をもつ多くの視聴者から電話で問い合わせがあり，多くの方が全国から私の施設を訪れている。何箇所もの眼科を受診され，何本もの眼鏡を所持されている方が多く，内科や心療内科，脳神経外科，神経精神科などを転々と受診され，繰り返しMRI（磁気共鳴画像）やCT（コンピュータ断層）などの高額な保険診療費を支払われている方も少なくない。わずか１枚の眼鏡処方せんで，数十年続いた体調不良が一瞬にして消退する症例も出ており，「どうしてこの程度のことが今までわからなかったのか」と不平を訴えられることも少なくない。「この程度」といわれると少し悔しいが，事実である。何とも返答のしようがない。

快適なビジョンは調節機能と両眼視機能に配慮された屈折矯正から生まれる。屈折矯正が完璧であっても調節負荷が大きければ，不快である。また，調節負担を軽減しても輻湊開散に負荷が高じれば，これまた不快である。快適なビジョンと判断するのは，他覚所見ではなく，個体差の大きい生体の脳である。私達は眼でものを見ているのではなく，脳で感じ取っているのである。

眼精疲労に悩む多くの方々に会うたびに，「患者さん不在の医療」の現状を憂える。眼を診るだけの診療，視力値を向上させるだけの矯正が提供されており，眼が左右に並んで二つあることやその眼の持ち主の状態には配慮がない。左右眼の視力がそれぞれ良好であれば，快適なビジョンが提供されていると考えるのはあまりにも早計である。

屈折異常の診療に際しては眼だけを診ないこと，患者自身と正面から向き合うことが大切である。矯正には自覚的屈折値と調節，それに両眼視のバランスを考慮する。自覚的屈折値は両眼同時雲霧法で容易に測定できる。調節機能は調節微動（ニデック社製AA-1，AA-2，ライト製作所社製Speedy-K）で容易に観察できる。両眼視機能は眼位検査装置や融像検査で簡単に検出できる。これら三つの情報を自覚症状と全身状態に照らし合わせたとき，その症例に提供したい快適なビジョンの方向性がみえてくる。眼精疲労を主とする眼科の診療はまさに眼光学と生理学をベースにしたサイエンスのパズル解きである。「視覚の科学」のなかに，大きなヒントがあるかもしれない。

日本眼光学学会　名誉会員・役員一覧

（任期：2009年1月1日～2010年12月31日）

名誉会員

池田　光男	石川　　哲	岩田　和雄	江森　康文	大島　祐之	太田　安雄
大頭　　仁	大庭　紀雄	小澤　哲磨	小澤　秀雄	小野木文雄	尾羽澤　大
加藤桂一郎	金井　　淳	北澤　克明	湖崎　　克	西信　元嗣	佐々木一之
澤田　　惇	太根　節直	所　　　敬	中尾　主一	中島　　章	中谷　　一
永田　　誠	新美　勝彦	原田　　清	保坂　明郎	馬嶋　慶直	増田寛次郎
本村　幸子	松井　瑞夫	眞鍋　禮三	山本　　節	和氣　典二	

理事長

不二門　尚

理事

医学系

市川　一夫	大鹿　哲郎	大野　京子	梶田　雅義	佐藤　美保	根岸　一乃
前田　直之	村上　　晶	吉田　晃敏	吉村　長久		

理工系・その他

魚里　　博	大沼　一彦	奥山　文雄	河原　哲夫	古野間邦彦	小林　克彦
斎田　真也	三橋　俊文				

視機能

川守田拓志　　松本富美子

監事

可児　一孝　　畑田　豊彦

常任理事・役割分担

不二門　尚	理事長	大沼　一彦	副理事長
魚里　　博	広報	大鹿　哲郎	編集・企画
奥山　文雄	ホームページ	小林　克彦	会計
佐藤　美保	編集	根岸　一乃	企画
松本富美子	会計	三橋　俊文	編集委員長

総　説

弱視研究の新たな波

佐 藤 美 保

浜松医科大学医学部眼科学講座

New Wave of Research in Amblyopia

Miho Sato

Department of Ophthalmology, Hamamatsu University School of Medicine

弱視は最も頻度の高い小児の片眼または両眼の視力障害である。我々臨床家が弱視診療を通じて経験してきたことが基礎研究によって確認され，逆に基礎研究によって明らかになったことが臨床に生かされて，視覚発達の機序が解明されてきている。とくにこの数年間，弱視に関する基礎研究の成果は目覚ましく，古典的な弱視に関する考え方を覆すような報告も出ている。弱視に関する臨床的，基礎的知識をあらためてまとめてみたい。

（視覚の科学　30: 27 − 34，2009）

キーワード：弱視，視覚感受性期間，薬物治療，外側膝状体

Amblyopia is one of the leading causes of unilateral or bilateral visual impairment in children. The experiences of clinicians have been confirmed by basic researchers, changes, and evidence found by basic researchers has been used by clinicians. The mechanism of visual development is being investigated intensively. In particular, the basic science of amblyopia has been remarkable development in the last decade. The classic knowledge of amblyopia may be reconsidered in some aspects. In this article, I summarize the clinical and basic studies of amblyopia.

(Jpn J Vis Sci 30: 27-34, 2009)

Key Words : Amblyopia, Sensitve period, Pharmacological treatment, Lateral geniculate

1. は じ め に

弱視とは，乳幼児期に一眼あるいは両眼への正常な視覚刺激が与えられなかったことによって起きる視覚障害で，人口の 2〜3％に発症するとされている。視覚の発達が障害され弱視を発症する時期，逆に訓練によって弱視が改善し視覚の改善が期待できる時期を sensitive period（視覚感受性期間），あるいは critical period（臨界期）という。視覚を司る神経回路が外界からの刺激によって再編成され，視力が変化し得ることを「神経可塑性がある」と表現する。弱視は屈折異常弱視，不同視弱視，斜視弱視，形態覚刺激遮断弱視に分けられ（表 1），いずれも，なんらかの理由で良好な視環境で視覚感受性期間を過ごすことのできなかったことが原因と考えられている。すなわち弱視は眼球に異常があるのではなく，大脳皮質視覚野の二次的な異常である，というのが一般的な弱視の概念である。

弱視の治療には屈折矯正，健眼遮閉，あるいはペナリゼーション法（点眼あるいは眼鏡によるデフォーカス）が行われ，治療方法はほぼ確立されている。治療に対する反応は，年齢が低いうちに行うほど良好で，成長してから開始するのでは治療にほとんど反応しない。そこで，早期に弱視を発見して治療を開始することの重要性が叫ばれているのである。しかし，ここでもしなんらかの方法を使って視覚感受性期間を延長することができれば，弱視治療可能な年齢を引き上げる

別刷請求先：431-3192　浜松市東区半田山 1-20-1　浜松医科大学医学部眼科学講座　佐藤美保
（2009 年 6 月 30 日受理）
Reprint requests to: Miho Sato　Dept of Ophthalmol, Hamamatsu Univ School of Med
1-20-1 Handayama, Higashi-ku, Hamamatsu 431-3192, Japan
(Received and accepted June 30, 2009)

表1　弱視の分類

1.	屈折異常弱視（ametropic amblyopia） 両眼の高度の屈折異常のために起きる。遠視，または乱視が原因のことが多い。
2.	不同視弱視（anisometropic amblyopia） 屈折異常の左右差が大きいために起きる片眼の弱視。通常，遠視あるいは乱視の程度の強い方の眼に起きる。
3.	斜視弱視（strabismic amblyopia） 斜視のために起きる弱視で，非優位眼に起きやすい。内斜視では遠視性不同視弱視を合併することが多い。
4.	形態覚刺激遮断弱視（form deprivation amblyopia） 片眼あるいは両眼の視軸がなんらかの理由で遮られることによって，十分な視覚刺激を受けずに成長した場合に起きる。

ことにつながり，これまで弱視治療をあきらめていた患者にも治療の可能性が出てくることになる。

ところが，最近の研究では，弱視の機能的な異常が視覚中枢だけでなく，これまで機能は正常と思われていた網膜[1]や外側膝状体も弱視に関与していることが示されたり[2]，また，視覚感受性に影響を与える物質が明らかにされてきたり[3]して，新しい考え方が必要になってきた。これらを受けて2009年日本眼科学会総会において，「弱視研究の新たな波」というシンポジウムが企画された。

2. 弱 視 の 臨 床

弱視の概念が臨床家に理解されてから40年以上が経ち，予防や診断，治療方法については大きな進歩がみられた。しかし，現実に行われている治療の細かい点は個々の臨床家によって異なっていた。たとえば健眼遮閉は最も一般的な治療方法であるが，遮閉の時間や期間については臨床経験や，それぞれの医師がトレーニングを受けた施設の方針に基づいて決定されていた[4]。驚くべきことに evidence-based medicine（以下 EBM）に基づいた治療成果に関する結果が示されるようになったのは，ここ10年程度である。健眼遮閉が治療にとって必須であるように思われていたが，多施設共同研究によって，実は屈折矯正だけで視力が改善する症例が多いこと[5]，健眼遮閉とアトロピンによるペナリゼーションを比較すると，最終的な視力結果に差がないこと[6−9]，健眼遮閉は2時間でも効果があること[10]，弱視の成人では健眼が失明すると弱視眼の視力が改善する可能性があること[11]，などが明らかになった。最もインパクトのある研究成果の一つに，これまで視力の改善が期待できると思われていたより高い年齢でも視力が改善することがわかったことである[12]。これらの臨床研究の結果により，多くの医師達は視覚感受性期間に関する従来の考えを見直すこととなった。

上記の研究は主に不同視弱視を対象に行われたものであるが，形態覚刺激遮断弱視の代表的なものに，先天（発達）白内障がある。片眼の先天白内障は，両眼の先天白内障に比較して視力予後が不良であることが広く知られている[13−15]。そのことは，形態覚刺激遮断弱視のなかに両眼性白内障のように両眼の異常な視覚体験によるものと，健眼からの抑制的な働きかけのために視覚の発達が著しく不良になるものがあることを示している。したがって両眼性に比べて片眼性白内障の方が，より緊急に手術が必要で，より強力な遮閉治療が必要とされている。更に最近では，乳幼児に対する眼内レンズ挿入がしばしば行われるようになり，安全かつ良好な視力予後を獲得するための手術時期を考える際にも，視覚感受性期間について考慮する必要がある。

3. 視覚の発達に関する研究の歴史

1）視覚中枢の生理学的研究

生後早期に片眼を遮閉して育てると，正常な視力発達が妨げられることが1960年代に Hubel と Wiesel による動物実験によって報告された。彼らは仔ネコの大脳の第一次視覚野の1個の脳細胞からの電気反応を記録するという手法を用いることによって[16]，第一次視覚野に両眼からの刺激を受けて反応する細胞（両眼視細胞）と，片眼のみの刺激を受けて反応する細胞があることを示した[17]。そして片眼を縫いつけたまま育てられたネコでは，開眼させてから脳細胞の反応を記録した場合，閉じられていた眼からの刺激を受ける細胞が反応しないということを示した[18]。また，人工的に斜視を作成し，両眼視ができない状態で育てたサルやネコは両眼視機能が不良となるが，それらの第一次視覚野では両眼視細胞は反応せず，それぞれの眼からの刺激には反応する細胞のみに活動性があることを示した[19]。彼らの行った実験手法は，その後多くの視覚研究で取り入れられ，視覚の可塑性の有無を知るための基本的な方法となっている。この動物実験の結果は，当時小児の原因不明の視力障害とされていた一連の疾患と同じ現象を示しており，いく

つかの追加の実験によって，形態覚刺激遮断弱視の動物モデルとして認められるようになった。更に，特定の視覚刺激だけを与えて育てたネコでは，同じ視覚刺激に対しては反応するが，異なる図形に対しては反応しない[20]ことや，単なる光刺激ではなく，鮮明に形態覚を刺激することが視覚の発達のために重要であるとの観点から，より適切な用語として，更に form deprivation amblyopia の訳で「形態覚刺激遮断弱視」という言葉が用いられるようになった。

2）外側膝状体の変化

弱視の動物実験では，生理学的な変化だけでなく，組織学的な研究が外側膝状体を中心に進められた。

外部の対象や事象の光刺激の情報は，まず網膜に投影され，その情報は神経節細胞を通って視神経を経由して大脳の視床にある外側膝状体へ伝達される。網膜神経節細胞は大細胞（M 細胞系）と小細胞（P 細胞系）に分かれ，それぞれの情報経路がある程度の独立性を保って，色・形・奥行き・運動・質感など，異なる視覚情報を伝達している。後頭葉の V1 をはじめとする視覚野は六つの層に分かれており，そのなかの第 4 層は更に細かく 4A 層・4B 層・4Cα 層・4Cβ 層へと分かれている。外側膝状体の小細胞層で出力される情報は 4Cβ 層に投射され，大細胞層で出力される情報は 4Cα 層へ選択的に投射される。

外側膝状体は，両眼からの神経細胞が視交叉を経て集まり，最初にシナプスを変える場所であり，両眼か

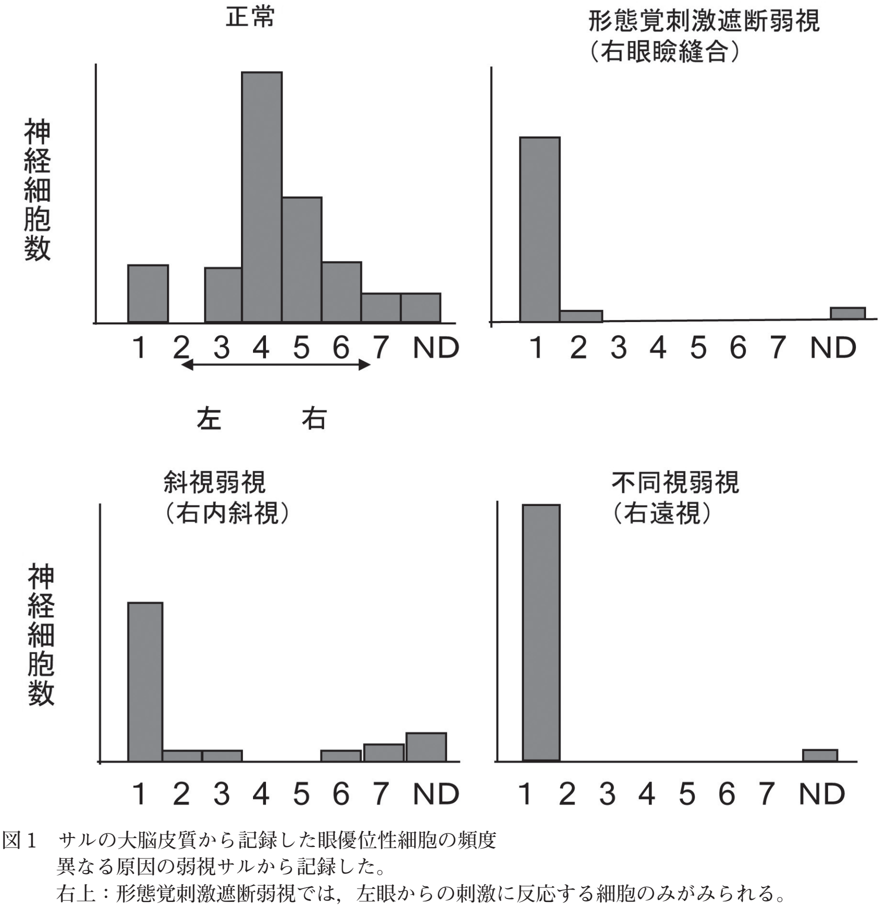


図 1　サルの大脳皮質から記録した眼優位性細胞の頻度
異なる原因の弱視サルから記録した。
右上：形態覚刺激遮断弱視では，左眼からの刺激に反応する細胞のみがみられる。
左下：斜視弱視では，右からの刺激に反応する細胞がわずかに残っているが，両眼の刺激に反応する細胞はみられない。
右下：右屈折異常弱視では，左眼からの刺激に反応する細胞のみがみられる。
ND：不明（not detected）
（文献 55）より改変）

らきた神経終末は層構造を形成する。しかし，生後1週間，片眼を縫合して育てたサルと，人工的に斜視にしたサルでは，外側膝状体の細胞の大きさに変化が起こり，きれいな層構造を形成しないことが示された[21, 22]。ヒトで確認することはほぼ不可能と思われていたが，不同視弱視[23]と斜視弱視[24]のそれぞれ1例ずつの解剖によって，同様な外側膝状体の変化が起きていることが確認された。このような外側膝状体の組織学的変化は，生後早期の片眼遮閉によってもたらされるが，遮閉開始の時期が遅い場合には起こらない。一方，遮閉眼を変えて，健眼を遮閉した後に大脳視覚野の細胞の電気反応を調べると，いったんは反応が悪くなった細胞からの反応が回復してくるのが確認できる。そこで外側膝状体の組織学的変化は必ずしも生理的な異常を伴わないと考えられた[25]。しかし，生後30日間を斜視弱視になるようにプリズムを装用させて育成したサルで60日後には外側膝状体が小さくなっているのを確認し，更に5年後には両眼視がないにもかかわらず，外側膝状体細胞の大きさが戻っていたとの報告もあり[26]，外側膝状体の形態と生理についてはまだ検討の余地がある。

3）視覚感受性期間の研究

サルによる実験結果は，ネコに比べるとはるかに時間がかかったが，やはり同様な結果を得た。視覚刺激遮断によって起きる片眼の視力低下の程度は，遮断を開始した時期と遮断されていた期間によって左右されることが示された[27, 28]（図1）。視覚感受性期間を探るためには，サルやネコなどを用いて，片眼遮閉を開始した時期と遮閉を外した時期を変化させて，HubelとWieselが行ったように大脳視覚野の細胞からの反応をみたり[27]，行動から視力を推定したり，visual evoked potential（以下 VEP）を記録したりする[29]ことによって行われた。

ヒトでは，このような実験は行うことができないため，片眼や両眼の先天白内障や新生児黄斑下出血といった生後早期の視力障害を起こす疾患と，それらの治癒時期，得られた視力，VEPなどの関係をみるといった手法[30−33]で研究が進められた。多くの基礎的な研究や臨床的な研究によって，視覚感受性は出生直後には低く，その後急速に高まり，ピークに達すると徐々に低くなることがわかった。それらの結果をまとめると，視覚感受性曲線を描くことができる（図2）。生後1カ月の乳児では，わずか1週間の片眼の遮閉でも視覚野の細胞の反応は異常を示し，一生涯続く視覚障害が残る。

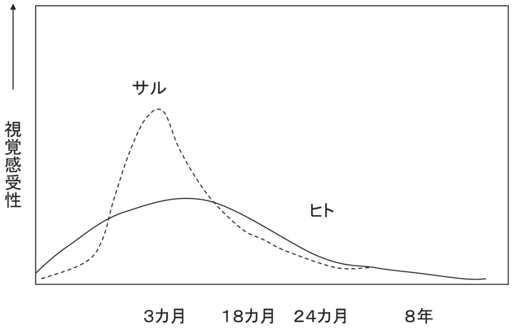


図2　サルとヒトの視覚感受性期間
ヒトでは生後1カ月は感受性が低く，18～24カ月まで感受性は続き，その後8歳ころまで続く。

4. 視覚中枢における分子生物学的研究の進歩

視覚感受性期間に視覚野で起きている現象を細胞・分子機構として解明することが1990年代以降進められてきた。

1）ニューロトロフィン

ニューロトロフィンとは，1950年代にR. Levi-Montarchiniらによって発見されたファミリータンパク質の総称であり，発生期の脳・神経系ネットワーク形成に深く関与している。神経成長因子（nerve growth factor 以下 NGF），脳由来神経栄養因子（brain-derived neurotrophic factor 以下 BDNF），NT-3，NT-4/5が知られ，それぞれ高親和性レセプターとしてtrkA，B，C，また低親和性レセプターとしてp75NTRが同定されている。ニューロトロフィンは末梢のみならず中枢神経系にも広く分布し，神経細胞の突起伸展や生存維持因子としての働きをもつことが知られている。これらのニューロトロフィンは，大脳視覚野の可塑性をコントロールするのに重要な役割を果たしていることがわかってきた。NGFは大脳皮質に直接作用して形態覚刺激遮断弱視を予防する効果があることが，ラットで示された[34]。片眼を遮閉して育てたラットに，NGFを投与してから大脳視覚野の細胞の分布を調べたところ，NGFを投与していないものでは両眼視細胞が著しく減少したが，NGFを与えられたラットでは正常と変わらなかった。また，NGFがネコの外側膝状体の細胞の変化を抑制する作用があることが確認され，NGFが視覚刺激遮断弱視の発症を予防できる可能性が示唆されている[35, 36]。

2）γアミノ酪酸
（γ-amino butyric acid 以下GABA）

中枢神経系には多くのアミノ酸が分布している。興奮アミノ酸の代表的なものがグルタミン酸で，抑制アミノ酸の代表的なものはGABAである。GABAはグルタミン酸脱炭酸酵素（glutamic acid decarboxylase 以下GAD）によってグルタミン酸から合成される。大脳皮質には興奮性の錐体細胞が80％，抑制性の介在細胞が20％存在しているが，GABAは錐体細胞の細胞膜に存在し，$GABA_A$受容体を介して錐体細胞の活動を抑制し，視覚の可塑性に重要な役割を果たしている。介在細胞にはGABAの合成酵素が含まれており，介在細胞の一種にパルバルブミン（以下PV）陽性細胞がある。GABAには三つの受容体があり，それによってGABAはAからCまでの三つのサブタイプに分類される。ベンゾジアゼピンは$GABA_A$受容体の働きを促進することがわかっており，ベンゾジアゼピンを臨界期前の野生型マウスに投与したところ，早期に臨界期が始まった[37]。臨界期がはじまっているかどうかは，片眼を遮閉して育てた後に視覚野の神経細胞の反応に左右差が出ているかどうかで判定する[38]のだが，これは，人工的に臨界期を操作することができた最初の報告であり，GABAが臨界期の開始に重要な役割を果たしていることを示している。更に臨界期にベンゾジアゼピンを投与することによって，大脳皮質のコラムの大きさが変わったことが確認された[39]。その後の研究によって，GABAを合成するGADを作る*Gad65*遺伝子を欠損させたり，暗所で成育させたりすることで臨界期を遅らせることが可能で，ベンゾジアゼピンやBDNFを投与することによって，臨界期のはじまりを早めることが可能だったとの報告が続いている（図3）。

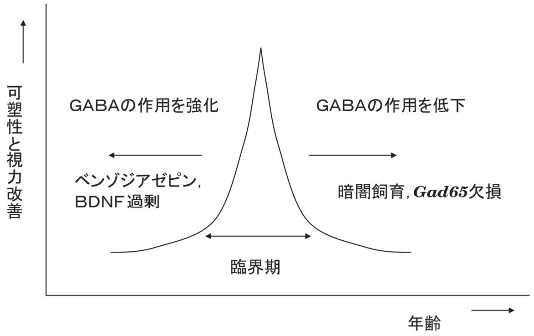


図3　γ-amino butyric acid（GABA）による臨界期の調整
臨界期の開始を暗闇飼育*Gad65*の減少によって遅らせることが可能であり，逆にベンゾジアゼピンの投与やbrain-derived neurotrophic factor（BDNF）の過剰によって臨界期を早めることが可能である。
（文献56）より改変）

3）Otx2ホメオタンパク

視覚野の発達と弱視の臨界期に関する研究で，我が国から新しい知見が報告された。

胎生期の脳の形成のために，Otx2ホメオタンパク質は重要な役割を果たしている遺伝子であるが，Otx2ホメオタンパク質を認識する抗体を用いて生後の脳を観察すると，Otx2ホメオタンパク質は臨界期前（生後3週齢）の大脳の視覚野には検出できず，臨界期（生後4週齢ころ）になるとようやく観察できるようになる。Otx2ホメオタンパク質は網膜で作られ，ものを見るという経験に応じて脳に運ばれるため，暗所で飼育されたマウスの視覚野にはOtx2ホメオタンパク質は認められない。暗所飼育したマウスの視覚野においてPV陽性細胞の発達は著しく遅れるが，*Otx2*ホメオタンパク質をこの視覚野に注入すると，PV陽性細胞の成熟が回復することが確認され，視覚野の発達のために重要な役割を果たしていることがわかった[40]。更に興味深いことに，ホメオタンパク質が欠損するように遺伝子操作したマウスでは臨界期がはじまらず，ジアゼパムを投与すると臨界期がはじまるのが確認された[3]。このホメオタンパク質は視覚野では産生されず，網膜で産生されたものが視覚野に運ばれることが示唆されている。このことは，弱視が完全に大脳皮質視覚野だけで説明できるのではなく，網膜からの影響を受けていることを示しており，大変興味深い。

5. 弱視の薬物治療

弱視に対する薬物治療は，基本的に脳に働きかける薬物の投与となる。主に小児が対象であるため，薬物の長期にわたる副作用や，投薬の方法，投与中止後の視力の維持などが課題であり，まだ一般的に用いられるところまではきていない。しかし，弱視の発見が遅れて治療時期を逸してしまう患者が少なくないこと，健眼遮閉は小児にとって心理的，社会的にもストレスの多い治療法であることから，多くの眼科医は現在の治療方法に満足しているわけではなく，薬物治療に期待を寄せている。

1）ドーパミン（L-ドーパ，シチコリン）

ドーパミンは交感神経節後線維や副腎髄質に含まれるノルアドレナリンやアドレナリンとともに生体内アミンの一種であるカテコラミンの一種である。フェニルアラニンやチロシンがチロシン水酸化酵素によってドーパになり，ドーパ脱炭酸酵素の働きでドーパミンになる。ドーパミンは更にドーパミンβ水酸化酵素という酵素でノルアドレナリンやアドレナリンになる。ドーパミンはノルアドレナリンやアドレナリンの前駆物質としてだけでなく，大脳基底核に局在し，神経伝達物質として作用しており，とくにパーキンソン病の患者においては大脳基底核の線条体のドーパミン量が極端に少ないこと，ドーパミンを投与することによってパーキンソン病の症状が軽くなることから，パーキンソン病の治療薬として広く用いられている。

動物の弱視モデルでは，脳内のドーパミンが減少していること，レボドーパの投与によって視力が回復することが示された。そこでドーパミンが弱視治療薬として注目され[41]，L-ドーパやシチコリンなどの薬物療法の可能性が検討されるようになった。Leguire らは，レボドーパとシチコリンを従来の治療方法である健眼遮閉をしながら投与することによって，これらの薬物が遮閉治療を更に効果的にしていることを示した[42]。臨床ではドーパミンの投与によって視力の向上が得られたとの報告が次々と出された[43−45]。両眼の遠視性弱視に対しては，レボドーパを内服している間は視力が向上し，投与をやめると視力が低下し，視力改善の効果は一時的であることが報告された[46]。一方で，片眼弱視では3カ月間健眼遮閉と併用した場合，プラセボに比べて有意に視力が向上し，その効果が6カ月以上続いたことが報告された[47]。今後更に検討が続き，安全性と効果の持続が確認されれば強力な治療の一つとなっていくであろう。

2）フルオキセチン

フルオキセチンは「選択的セロトニン再取り込み阻害薬」で，主にうつ病や強迫観念などの障害の治療のために広く一般的に使われている薬剤である。そのメカニズムは，神経伝達物質のセロトニンの取り込みを阻害し細胞外のセロトニンやノルアドレナリンを増加させる。更に投与を続けるとBDNFが増加する。フルオキセチンを投与することで，形態覚刺激遮断弱視の成熟ラットの弱視眼の視力とVEPが改善したことが報告された。更に，大脳視覚野のGABAの量が減少していることを確認した。すなわち，フルオキセチンは完成した弱視を治療できる可能性をもっていると考えられる[48]。

6. 画像による弱視研究について

弱視の基礎研究はほとんどの場合，動物を使って行われてきた。動物でみられる組織学的変化や，脳細胞の活動をヒトで確認することは困難なことである。しかし，最近の画像診断の進歩によって，脳の活動性を画像で評価することができるようになり，新たな知見が得られている。

1）ポジトロン断層法（positron emission tomography 以下 PET）

PETは陽電子検出を利用したcomputed tomography（以下CT）である。トレーサーを投与して，そこから放出される陽電子を検出する。画像の解像度はCTに比べて劣るが，機能をみることが可能なためCT画像と重ねて反応の位置を確認する。脳が活動すれば，その部分の血流やグルコースの代謝量があがるため，脳血流量やグルコース代謝量を測定できるトレーサーを投与して記録する。Demerらは，チェッカーボードパターンを弱視患者と正常者に見せながらPETを用いて脳グルコース代謝を調べ，弱視眼に対応する脳は，グルコース代謝が正常側と比べて著しく低下しているのを報告した。これは脳の活動性の低下を初めてヒトで証明したものである。彼らは，外側膝状体細胞の萎縮は，脳の糖代謝の減少によって二次的に起きてくるものだろう，と推測している[49]。

2）Functional magnetic resonance imaging（以下 fMRI）

fMRIもPETと同様に脳の代謝をみる装置であるが，放射性同位元素を用いない点，空間分解能に優れている点ではるかに有用である。被検者になんらかのタスクを与え，そのときの脳代謝をみることで，タスクと脳の関係を確認し，脳機能の局在をみることができる。fMRIを用いて，健眼と弱視眼で様々な空間周波数の視覚刺激を与えると，大脳視覚野で弱視眼からの刺激に対しては，反応が落ちていることが確認された[50]。更に，不同視弱視と形態覚刺激遮断弱視での反応低下の違いも確認された[51]。これまで，外側膝状体の機能に関しては調べる方法がなかったが，fMRIを用いることによって弱視患者の外側膝状体の反応が低下していることが明らかになった[52]。弱視治療薬として研究が進められているL-ドーパに関しては，fMRIを投与前と投与後で記録することにより，投与によって視力は向上したにもかかわらず，弱視眼

で活性化されるべき脳の反応は低下するという現象が報告された[53, 54]。今後も更に様々なタスクによって引き起こされる脳の反応を記録することにfMRIは用いられるであろう。

7. 最　後　に

上記のように，様々な角度から弱視研究が行われている。EBMに基づいた臨床研究とともに，基礎研究では分子レベルで弱視を解明するところまできている。弱視治療は，現時点では予防，早期発見，早期治療がポイントであるが，次の時代には，薬物による治療が一般的になっているかもしれない。これらの研究の成果が待たれている。

文　　献

1) Miyake Y & Awaya S: Stimulus deprivation amblyopia. Simultaneous recording of local macular electroretinogram and visual evoked response. Arch Ophthalmol 102: 998-1003, 1984.
2) Hess RF, Thompson B et al: Deficient responses from the lateral geniculate nucleus in humans with amblyopia. Eur J Neurosci 29: 1064-1070, 2009.
3) Sugiyama S, Di Nardo AA et al: Experience-dependent transfer of Otx2 homeoprotein into the visual cortex activates postnatal plasticity. Cell 134: 508-520, 2008.
4) Wygnanski-Jaffe T & Levin AV: The effect of the randomized trial of patching regimens for treatment of moderate amblyopia on pediatric ophthalmologists: 3-Year outcome. J AAPOS 11: 469-472, 2007.
5) Cotter SA, Edwards AR et al: Treatment of anisometropic amblyopia in children with refractive correction. Ophthalmology 113: 895-903, 2006.
6) Pediatric Eye Disease Investigator Group: A randomized trial of atropine vs. patching for treatment of moderate amblyopia in children. Arch Ophthalmol 120: 268-278, 2002.
7) Pediatric Eye Disease Investigator Group: A comparison of atropine and patching treatments for moderate amblyopia by patient age, cause of amblyopia, depth of amblyopia, and other factors. Ophthalmology 110: 1632-1637, 2003.
8) Holmes JM, Edwards AR et al: A randomized pilot study of near activities versus non-near activities during patching therapy for amblyopia. J AAPOS 9: 129-136, 2005.
9) Scheiman MM, Hertle RW et al: Patching vs atropine to treat amblyopia in children aged 7 to 12 years: A randomized trial. Arch Ophthalmol 126: 1634-1642, 2008.
10) Gottlob I, Awan M & Proudlock F: The role of compliance in 2 vs 6 hours of patching in children with amblyopia. Arch Ophthalmol 122: 422-423, 2004.
11) Rahi JS, Logan S et al: Prediction of improved vision in the amblyopic eye after visual loss in the non-amblyopic eye. Lancet 360: 621-622, 2002.
12) Scheiman MM, Hertle RW et al: Randomized trial of treatment of amblyopia in children aged 7 to 17 years. Arch Ophthalmol 123: 437-447, 2005.
13) Leinfelder PJ: Amblyopia associated with cogenital cataract. Am J Ophthalmol 55: 527-529, 1963.
14) Von Noorden GK & Maumenee AE: Clinical observations on stimulus-deprivation amblyopia (amblyopia ex anopsia). Trans Am Ophthalmol Soc 65: 244-255, 1967.
15) Travi GM, Schnall BM et al: Visual outcome and success of amblyopia treatment in unilateral small posterior lens opacities and lenticonus initially treated nonsurgically. J AAPOS 9: 449-454, 2005.
16) Hubel DH & Wiesel TN: Receptive fields of single neurones in the cat's striate cortex. J Physiol 148: 574-591, 1959.
17) Hubel DH & Wiesel TN: Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. J Physiol 160: 106-154, 1962.
18) Wiesel TN & Hubel DH: Effects of visual deprivation on morphology and physiology of cells in the cats lateral geniculate body. J Neurophysiol 26: 978-993, 1963.
19) Hubel DH & Wiesel TN: Binocular interaction in striate cortex of kittens reared with artificial squint. J Neurophysiol 28: 1041-1059, 1965.
20) Albus K: A quantitative study of the projection area of the central and the paracentral visual field in area 17 of the cat. Ⅱ. The spatial organization of the orientation domain. Exp Brain Res 24: 181-202, 1975.
21) von Noorden GK: Histological studies of the visual system in monkeys with experimental amblyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 12: 727-738, 1973.
22) von Noorden GK & Middleditch PR: Histology of the monkey lateral geniculate nucleus after unilateral lid closure and experimental strabismus: Further observations. Invest Ophthalmol Vis Sci 14: 674-683, 1975.
23) von Noorden GK, Crawford ML & Levacy RA: The lateral geniculate nucleus in human anisometropic amblyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 24: 788-790, 1983.
24) von Noorden GK & Crawford ML: The lateral geniculate nucleus in human strabismic amblyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 33: 2729-2732, 1992.
25) Derrington AM & Hawken MJ: Spatial and temporal properties of cat geniculate neurones after prolonged deprivation. J Physiol 314: 107-120, 1981.
26) Crawford ML & von Noorden GK: Shrinkage and recovery of cells of the lateral geniculate nuclei with prism-rearing in macaques. Behav Brain Res 79: 233-238, 1996.
27) von Noorden GK & Crawford ML: The effects of total

unilateral occlusion vs. lid suture on the visual system of infant monkeys. Invest Ophthalmol Vis Sci 21: 142-146, 1981.

28) Harwerth RS, Smith EL 3rd et al: Multiple sensitive periods in the development of the primate visual system. Science 232: 235-238, 1986.

29) Kiorpes L, Boothe RG et al: Effects of early unilateral blur on the macaque's visual system. I. Behavioral observations. J Neurosci 7: 1318-1326, 1987.

30) Taylor DV: Critical period for deprivation amblyopia in children. Trans Ophthalmol Soc UK 99: 432-439, 1979.

31) Awaya S, Sugawara M & Miyake S: Observations in patients with occlusion amblyopia: Results of treatment. Trans Ophthalmol Soc UK 99: 447-454, 1979.

32) Parks MM: Visual results in aphakic children. Am J Ophthalmol 94: 441-449, 1982.

33) Birch EE, Cheng C et al: The critical period for surgical treatment of dense congenital bilateral cataracts. J AAPOS 13: 67-71, 2009.

34) Maffei L, Berardi N et al: Nerve growth factor (NGF) prevents the shift in ocular dominance distribution of visual cortical neurons in monocularly deprived rats. J Neurosci 12: 4651-4662, 1992.

35) Carmignoto G, Canella R et al: Effects of nerve growth factor on neuronal plasticity of the kitten visual cortex. J Physiol 464: 343-360, 1993.

36) Gu Q: Involvement of nerve growth factor in visual cortex plasticity. Rev Neurosci 6: 329-351, 1995.

37) Fagiolini M, Fritschy JM et al: Specific $GABA_A$ circuits for visual cortical plasticity. Science 303: 1681-1683, 2004.

38) Fagiolini M & Hensch TK: Inhibitory threshold for critical-period activation in primary visual cortex. Nature 404: 183-186, 2000.

39) Hensch TK & Stryker MP: Columnar architecture sculpted by GABA circuits in developing cat visual cortex. Science 303: 1678-1681, 2004.

40) Morishita H & Hensch TK: Critical period revisited: Impact on vision. Curr Opin Neurobiol 18: 101-107, 2008.

41) Gottlob I & Stangler-Zuschrott E : Effect of levodopa on contrast sensitivity and scotomas in human amblyopia. Invest Ophthalmol Vis Sci 31: 776-780, 1990.

42) Leguire LE, Rogers GL et al: Levodopa and childhood amblyopia. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 29: 290-298, 1992.

43) Leguire LE, Rogers GL et al: Occlusion and levodopa-carbidopa treatment for childhood amblyopia. J AAPOS 2: 257-264, 1998.

44) Procianoy E, Fuchs FD et al: The effect of increasing doses of levodopa on children with strabismic amblyopia. J AAPOS 3: 337-340, 1999.

45) Leguire LE, Komaromy KL et al: Long-term follow-up of L-dopa treatment in children with amblyopia. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 39: 326-330, 2002.

46) Abrams MS: The use of levodopa in the treatment of bilateral amblyopia secondary to uncorrected high hypermetropia. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 45: 174-176, 2008.

47) Dadeya S, Vats P & Malik KP: Levodopa/carbidopa in the treatment of amblyopia. J Pediatr Ophthalmol Strabismus 46: 87-90, 2009.

48) Vetencourt MJF, Sale A et al: The antidepressant fluoxetine restores plasticity in the adult visual cortex. Science 320: 385-388, 2008.

49) Demer JL, Grafton S et al: Positron-emission tomographic study of human amblyopia with use of defined visual stimuli. J AAPOS 1: 158-171, 1997.

50) Barnes GR, Hess RF et al: The cortical deficit in humans with strabismic amblyopia. J Physiol 533: 281-297, 2001.

51) Choi MY, Lee KM et al: Comparison between anisometropic and strabismic amblyopia using functional magnetic resonance imaging. Br J Ophthalmol 85: 1052-1056, 2001.

52) Miki A, Liu GT et al: Decreased activation of the lateral geniculate nucleus in a patient with anisometropic amblyopia demonstrated by functional magnetic resonance imaging. Ophthalmologica 217: 365-369, 2003.

53) Rogers GL: Functional magnetic resonance imaging (fMRI) and effects of L-dopa on visual function in normal and amblyopic subjects. Trans Am Ophthalmol Soc 101: 401-415, 2003.

54) Algaze A, Leguire LE et al: The effects of L-dopa on the functional magnetic resonance imaging response of patients with amblyopia: A pilot study. J AAPOS 9: 216-223, 2005.

55) von Noorden GK: Amblyopia: A multidisciplinary approach. Proctor lecture. Invest Ophthalmol Vis Sci 26: 1704-1716, 1985.

56) Hensch TK: Critical period plasticity in local cortical circuits. Nat Rev Neurosci 6: 877-888, 2005.

原　著

瞼裂幅が非接触型眼圧計の測定値に与える影響の流体力学的解析

大 島 智 晃 [1)]，上 野 聰 樹 [2)]

[1)] おおしま眼科

[2)] 聖マリアンナ医科大学眼科学教室

Hydrodynamic Analysis of Palpebral Fissure Width Influence on Non-Contact Tonometer Measured Value

Tomoaki Ohshima[1)] and Satoki Ueno[2)]

[1)] Oshima Eye Clinic

[2)] Department of Ophthalmology, St. Marianna University School of Medicine

瞼裂幅がノンコンタクトトノメータの測定値に影響することは広く知られていても，論理的解析は行われてこなかった。本研究では高速度カメラなどの特殊な機材を用いることなく，性能が著しく向上したパーソナルコンピュータと数値流体力学を応用した手法を試みた。その結果，瞼裂幅の減少は測定値の増加を招き誤差の原因となっており，瞼裂幅が一定値よりも減少すると誤差が加速的に増加することが示された。また，測定に際して眼球の変形は強い噴射流による変化と考えられがちであるが，圧力波の関与の可能性が初めて実験以外の方法で示された。 （視覚の科学　30: 35－43，2009）

キーワード：ノンコンタクトトノメータ，眼瞼，流体力学的解析，圧力波

Even though it is commonly known that palpebral fissure width influences non-contact tonometer, measurement the phenomenon has not been quantitatively analyzed. A numerical simulation was carried out using a workstation, whose performance has improved remarkably in recent years, though the application of computational fluid dynamics, without using special equipment such as a high speed camera. Palpebral fissure width decrease causes increase in the measured value, resulting in measurement error. Analysis results showed that palpebral fissure width narrower than a critical value accelerated the increase in measured intraocular pressure value. Though it has been generally accepted that the strong air jet from the non-contact tonometer deforms the corneal surface, present results imply that pressure wave impingement on the eye surface contributes partly to shape deformation. For the first time, the present study reveals this mechanism by means of a method other than experimental. (Jpn J Vis Sci 30: 35-43, 2009)

Key Words : Non-contact tonometer, Eyelid, Hydrodynamic analysis, Pressure wave

1. 緒　　言

眼科学において眼圧を正確に測定することは極めて重要である。圧平式眼圧計（以下 GAT）が臨床的に正確な測定法の代表とされるが，機器と眼球が接触するためにその使用には一定の制限や不便さが存在している。そのマイナス面を解決する方法としてノンコンタクトトノメータ（以下 NCT）が開発され，改良を重ねながら発展し，現在では臨床の現場で最も多用されている[1)]。しかしながら精度や測定時の衝撃など，現在もなお改善の余地が存在する。

NCT は名称のとおり非接触にて眼圧を測定する

別刷請求先：251-0011　藤沢市渡内 4-5-18　おおしま眼科　大島智晃
（2008 年 11 月 20 日受理）
Reprint requests to: Tomoaki Ohshima　Oshima Eye Clinic
4-5-18 Watanai, Fujisawa 251-0011, Japan
(Received and accepted November 20, 2008)

ことができる。その測定に際して空気を媒介して測定が行われるが，本測定法には系統誤差が混入することが知られている。今日までその因子として角膜厚などの関与が詳細に検討されてきた[2)]。

過去のNCTに伴う誤差の検討は，基本的にはGATの値を真値と仮定して論議されている。ここでNCTとGATの違いは空気という流動性を有する媒体を接触させるか，トノメーターチップという剛体を接触させているかの違いにある。また，GATでは準静的に測定が行われるが，NCTでは動的な変化のなかで測定が行われていることも極めて重要である。

今回は測定媒体部分のみに着目し，動的な変化の部分は今後の検討課題として残した。角膜表面での測定媒体（空気）の振る舞いを検討することで，NCT特有の誤差の発生メカニズムの一部を分析する。

流体の振る舞いを評価するには，実験により実際の流れを観察することが重視される。しかし，ここでは実験によらず数値流体力学的手法を用いて空気の流れとそこに関与する因子を検討した。この数値解析シミュレーションを選択することで結果の再現性が保証され，また，通常ではみかけないような極端な条件を設定し，その振る舞いを観察することも可能となる。

しかしながら，より厳密なシミュレーションのためには三次元モデル，圧縮性粘性流体としての取り扱い，眼球や皮膚表面の微細構造の再現，圧力による眼球の変形など，様々な要素を含んだ解析が必要となる。今回はまず二次元での評価を定量的に行い，手法の有用性の確認を最大の目標とした。

また，実験では測定したことが即事実であるが，数値解析の結果では事実を反映しているかどうかの評価が必要となる。すなわち実験と同じ状態をシミュレーションさせ，同様の結果が得られるようであればシミュレーションは正しく行われていると推定できる。ただし，すべての条件や状況で正しく計算できると保障がされているわけではなく，そのことに関しては常に特別な配慮を要する。

2. 方　　　法

１）解析モデル

シミュレーションでは計算を行うためのモデルが不可欠である。この計算モデルの設計は解析精度に著しく影響し，ときとして誤った結果を与えてしまう。モデルが適切であるかどうかを理論的に決定する方法はなく，最終的には実験の結果と比較しなければならない。

前述のように，計算に用いるモデルは三次元で構成することが望ましいことは明らかであるが，三次元空間を必要な精度で扱うために要求される計算量は莫大なものとなる。近年のコンピュータの著しい発達によって大きな領域を三次元で計算することが可能となっているが，そのためにはスーパーコンピュータの計算性能が必要であり，ワークステーションで扱える問題は限られている。

今回のようなNCT噴射口と眼球表面に囲まれる狭い空間であっても，計算のために区切る領域を細分化すればその計算量は非常に大きなものとなり，利用可能なコンピュータで常識的な時間内に計算を終えるためには，モデルを二次元に簡略化するのが最も確実な方法である。もちろん，二次元に簡略化することで定量性はある程度犠牲になるが，定性的な性質を検討するには十分と考える。

使用した眼球モデルとNCTの位置関係を図１と２に示す。

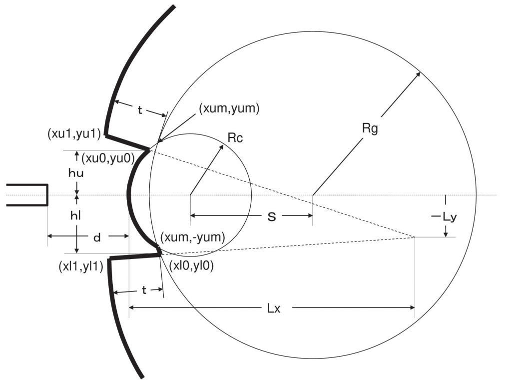


図１　眼球モデル

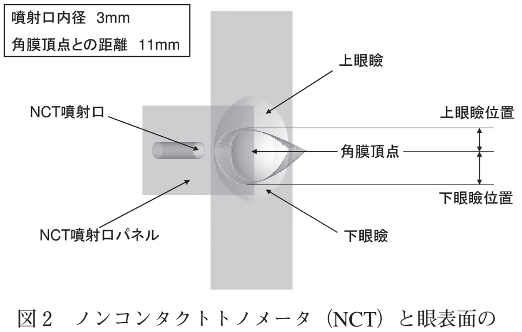


図２　ノンコンタクトトノメータ（NCT）と眼表面の位置関係

2）流体の基礎方程式

空気は音速以下の速度領域では非圧縮性粘性流体とみなすことができ，二次元非圧縮性粘性流体の支配方程式はナビエ・ストークス方程式（以下 NS 方程式）と連続の式である。

それぞれの式はベクトル表記で

$$\frac{\partial v}{\partial t}+(v\cdot\nabla)v=-\nabla P+\frac{1}{Re}\Delta v \quad \cdots\cdots(1)$$

$$div\, v=0 \quad \cdots\cdots(2)$$

v：無次元化速度

t：時間

Re：レイノルズ数

U：代表速度

L：代表長さ

ν：動粘性係数

P：無次元化圧力（$=\frac{(p-p_0)}{\rho U^2}$）

とあらわされ，この偏微分方程式の解を数値的に求めれば流速や圧力の経時的変化，分布を知ることができる。

3）格子の設定

空間に連続的に分布する物理量を数値解析するためには，適切に空間を分割する格子を設定し，そこに物理量を割り当てなければならない。その割り当て方にはいくつもの方法が考案されているが，今回はスタガード配置を行った。

（1）スタガード（Staggered）格子

スタガード配置では計算格子上に縦方向速度，横方向速度および圧力を別々の格子点に配置する（図3）。したがって本格子では物理量がそれぞれ異なる格子に配置され，セルも異なるために計算式が複雑になり，境界の扱いも特別な配慮が求められるようになる欠点がある。しかし，一般に計算中に振動モードが発生しにくく安定した解析が行いやすいために本配置を行った。

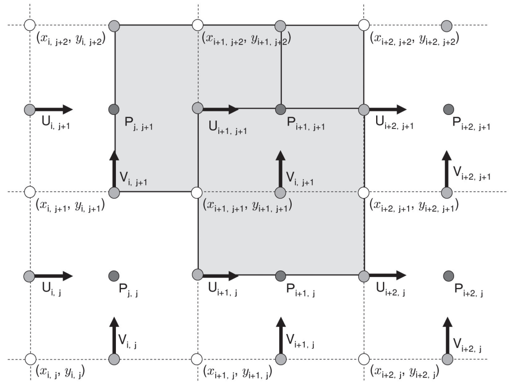


図3　物理量定義点とセル

4）計算条件

（1）NCT 噴射流の仮定

NCT の噴射流に関する詳細は公表されておらず，流量変化は眼球表面で形成される圧力が時間に比例していることのみが原理[1)]（ニデック販売：NT-4000 取扱説明書．1.2 原理）として公開されている。

まず航空機のピトー管式対気速度計の原理を応用し，圧力と流速の関係から噴射流の流速を推定する。

流体が障害物にその流れを遮られたとき，障害物の壁面には応力（岐点の圧力 p_t）が発生する。その大きさは流速 v，流体密度 ρ，圧力 p の非圧縮性定常流において，ベルヌーイの定理より

$$\frac{1}{2}\rho v^2+p=p_t \quad \cdots\cdots(3)$$

となる。ここで大気圧下でゲージ圧で表記した p_t を用いると，流速 v は

$$v=\sqrt{\frac{2p_t}{\rho}} \quad \cdots\cdots(4)$$

と計算される。

この結果は定常流に対するものであるが，非定常流でも近似的に成り立つと仮定し，NCT 噴射流に適用すれば，時間に比例する圧力を得るためには時間の平方根に比例する流速を生成すればよいことがわかる。

具体的な流速を推定するにあたり，文献[3)]より NCT の通常の測定は 3msec で終了することが明記され，実機を計測して得られた数値（眼圧表示値と装置が圧平と判断したときの時間）とあわせて噴射流速を推定した。

噴射が開始されてからの時間と圧力（p_t）および予想された噴射流速を表1と2に示す。

次に噴射流の流速分布について検討する。実際の噴射流はダクトの中を通過し噴射口に到達するが，単純な形状の中を流れる流体についてはNS 方程式の解析解が知られており，今回，二次元での解析解であるポアズイユ流れを形成していると仮定した。

以上より，噴射口での流速分布 $v(r, t)$ は第1種の境界条件として代数的に定義可能で

表1　標準モード

時間(msec)	表示圧力(mmHg)	噴射流速(m/sec)
0.00	0.0	0.00
2.50	20.0	67.11

表2　高圧モード

時間(msec)	表示圧力(mmHg)	噴射流速(m/sec)
0.00	0.0	0.00
5.70	110.0	157.39

$$v(r,t) = k\,v_{max}\ (R^2 - r^2)\sqrt{t} \quad \cdots\cdots (5)$$

となる。ただし，v_{max} は前述の流速，t は噴射開始からの時間，R はNCT噴射口半径，r は噴射口中心線からの位置，k は定数とする。

（2）格子数

格子の生成は計算結果に非常に強く影響することが知られており，準備段階として格子数がどのように計算結果に影響するかを検討した。

まず境界上の格子点は噴射口および角膜上に集中させ，流出路は均等に代数的に生成した。次に内部の格子点は楕円微分方程式

$$\begin{cases} \dfrac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 \xi}{\partial y^2} = P(\xi, \eta) \\ \dfrac{\partial^2 \xi}{\partial x^2} + \dfrac{\partial^2 \eta}{\partial y^2} = Q(\xi, \eta) \end{cases} \quad \cdots\cdots (6)$$

を解くことで滑らかな分布を得るようにした[4]。このとき制御関数 $P(\xi, \eta)$ および $Q(\xi, \eta)$ は Steger と Sorenson[5, 6] の考案した方法を使って壁面上の格子が直交し，かつ集中するように配置を行った。

生成した格子の性質を調べるために噴射方向格子数と角膜頂点が受ける圧力を高圧モードで5.7msec後（眼圧110mmHg相当），標準モードで2.5msec後（眼圧20mmHg相当）で評価した。図4は横軸が噴射方向の格子数，縦軸が計算によって得られた圧力を示す。なお，上下方向格子数はすべて噴射方向の2倍に設定した。

グラフが示すように格子数と計算結果はある程度直線的な傾向を示すものの，周期性のある複雑な振る舞いを示し，格子数の決定が容易ではないことをあらわしている。なお，流速の違いによる影響は認めなかった。更に直感的には格子点を細分化した方が計算精度が向上するように予想させるが，今回のモデルは細分化しすぎると格子数 256 × 512 以上

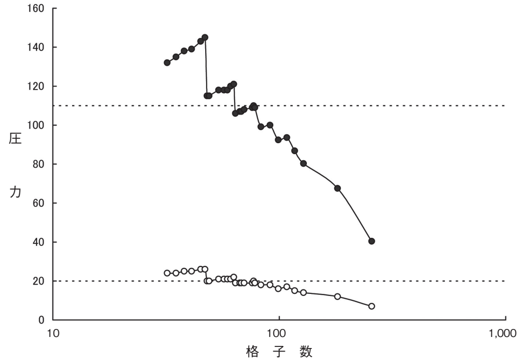


図4　計算値と噴射方向格子数の相関

で計算が破綻した。

試行錯誤を繰り返し，パラメータを変化させても安定した計算結果が得られ，なおかつ境界層の形成を認める噴射方向77，上下方向154に分割した格子で計算を行った。

（3）境界条件

流入路と壁面の流速は第1種の境界条件として定義される。問題となるのは流出路で，境界条件を適切に選ばないと計算が破綻する原因となる。本モデルは自由空間への噴出流であり，その境界条件は様々な検討がなされている。各種境界条件を試み，渦が通過した場合でも安定した結果が得られたゾンマーフェルト放射条件[7]を流出路の条件とした。

流出路で流速の放射条件は

$$\frac{\partial u}{\partial t} + U_c \frac{\partial u}{\partial x} = 0 \quad \cdots\cdots (7)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + U_c \frac{\partial v}{\partial x} = 0 \quad \cdots\cdots (8)$$

であり，このとき対流速度 U_c は流出方向を正と定義すれば

$$U_c = \frac{max(u) + min(u)}{2} \geqq 0$$

また，圧力に関する境界条件はすべての境界で

$$\frac{\partial p}{\partial n} = 0 \quad \cdots\cdots (9)$$

と仮定した。各境界と格子の例を図5に示す。

（4）NS方程式の解法

レイノルズ数は表3に示す条件で設定し，方程式の解法には Fractional Step 法（以下 FS 法）を用いた。FS 法はまず NS 方程式の圧力項を無視し，ある時点の速度 v^n より移流項から中間速度 v^* を求

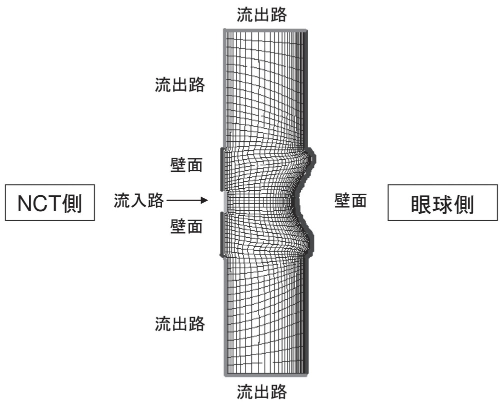


図 5　境界条件

めると

$$v^* = \left(\frac{1}{Re}\nabla^2 v^n - (v^n\cdot\nabla)\,v^n\right)\Delta t + v^n \quad \cdots\cdots \quad (10)$$

次に求めるべき速度 v^{n+1} を先ほど無視した圧力を用いて書き直すと

$$v^{n+1} - v^* = -\nabla p^{n+1}\Delta t \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (11)$$

両辺に∇演算子を作用させ，連続の式を考慮すると FS 法のポテンシャルとしての圧力方程式（式（12））が得られる。

$$\frac{\nabla v^*}{\Delta t} = \nabla^2 p^{n+1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (12)$$

これを解いて式（11）に代入すれば，速度 v^{n+1} が求められる。

本法では圧力項の計算は連立一次方程式の解を求めることに帰着するが，直接法で求めるには要素の数が多すぎる上，疎行列を直接法で求めると計算コストが高くなるばかりで解の精度が維持できない。したがって反復法を利用したが，最も簡便な SOR 法（Succesive Over Relaxation Method）では収束に時間がかかり過ぎるため，今回は残差法（Conjugate Residual Method）[8] を使用した。

また，移流項の計算では下記に示す予測子・修正子法（三次精度）を応用した。

$$f^{n+1} = f^n + \frac{\Delta t}{12}\left(23\frac{\partial f^n}{\partial t} - 16\frac{\partial f^{n-1}}{\partial t} + 5\frac{\partial f^{n-2}}{\partial t}\right) \cdots (13)$$

（5）真の圧力

FS 法で得られる p 値は計算途中のポテンシャルとしての性質をもち，物理量としての圧力とは異なる。真の圧力を得るため，計算された流速から圧力方程式

$$\nabla^2 p = -\nabla\{-(v\cdot\nabla)v\} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (14)$$

を残差法を用いて解き，積分定数を含んだ圧力を求めた（第 2 種の境界条件（式 9）はすでに適応されている）。次に第 1 種の境界条件から解に残る積分定数を決定しなければならない。

今回は流出路が自由空間であることに着目し，流出路上で圧力は大気圧と一致していると仮定した。そこでより適切な条件を見い出すために流出路上の平均圧力を用いた場合と最低値を用いた場合で比較検討を行った。

方法 1　流出路の平均＝大気圧 P

$$\overline{p|_{outflow}} = P \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (15)$$

方法 2　流出路の最小値＝大気圧 P

$$min\,(P|_{outflow}) = P \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \quad (16)$$

上記 2 法で計算した角膜頂点での圧力の絶対値の経時的変化を比較したとき，より滑らかで安定した直線性を示した方法 2 を採用し，圧力に関する第 1 種の境界条件とした。

表 3　乾燥標準大気とレイノルズ数

物理量	値	備　考
温度	25℃	
密度 ρ	$1.184 kg/m^3$	
粘度 μ	0.0182×10^{-3} Pa·s	
動粘性 ν	$15.4 \times 10^{-6} m^2/sec$	
代表長さ	3.00mm	NCT 噴射口口径
代表流速	15.01 m/sec	動圧 1mmHg 相当
レイノルズ数	2,923	

NCT：ノンコンタクトトノメータ

3. 結　　果

1）開瞼幅，圧力分布と表示値

数値計算で得られた結果は臨床的に感じている印象に符合する値となった。

以下のすべての結果はシミュレーションの条件として 20mmHg の眼球を標準モードで測定した場合を前提としている。

（1）圧力分布

それぞれの圧力分布図（図 6 ～ 8）は前提条件の下で眼瞼縁の位置と噴射から 2.5msec 後の噴射口と

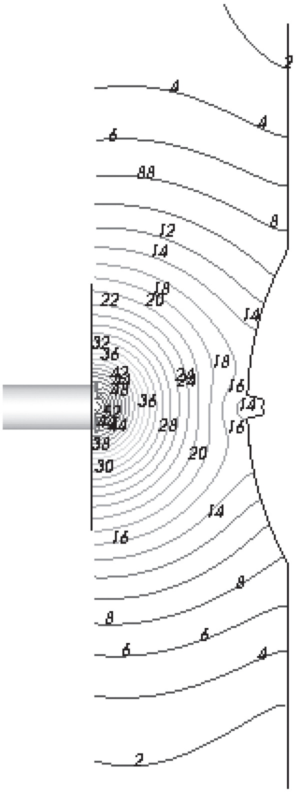


図６　圧力分布
角膜頂点から上眼瞼まで0.5mm
角膜頂点から下眼瞼まで0.5mm

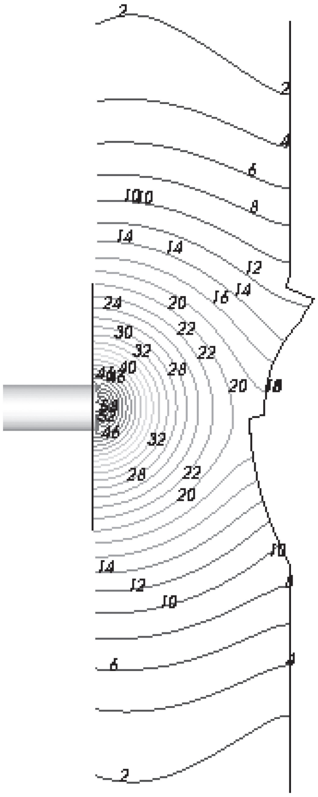


図７　圧力分布
角膜頂点から上眼瞼まで7.0mm
角膜頂点から下眼瞼まで0.5mm

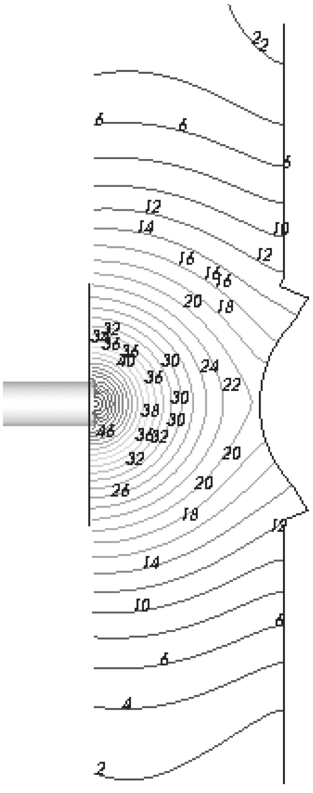


図８　圧力分布
角膜頂点から上眼瞼まで7.0mm
角膜頂点から下眼瞼まで7.0mm

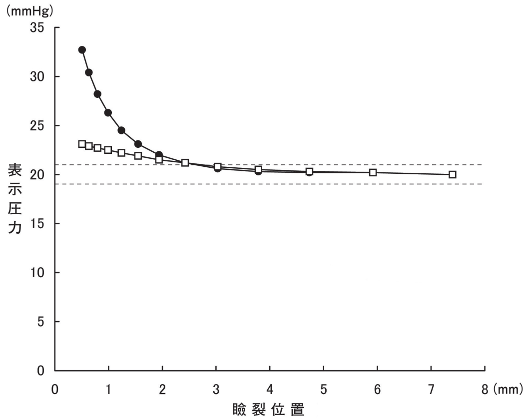


図９　表示圧力と瞼裂位置
—●—：上下開瞼，—□—：片側開瞼

眼球の間の圧力分布（等圧線の単位は mmHg［ゲージ圧］，間隔は 2mmHg）をあらわしている。位置関係は境界条件（図５）と同様で，左側が噴射口と噴射パネル，右側が眼球表面としてある。図６は角膜頂点から上下の眼瞼が 0.5mm の位置にあるとき，図７は上眼瞼は角膜頂点から 7.0mm，下眼瞼は 0.5mm の位置にあるとき，図８は十分に開瞼され両眼瞼とも角膜頂点から 7.0mm の位置にあるときを示す。

十分に開瞼されているときは角膜頂点の圧力は 20mmHg となり，圧平状態の成立を予想させ，NCT は測定眼圧を正しく 20mmHg と表示する。しかし開瞼量が少なくなると角膜頂点の圧力は 20mmHg に到達せず，圧平状態に至っていない。

（2）開瞼量と表示圧力

図９は上下の眼瞼を膜膜頂点から同じ量開瞼した場合と片側を膜膜頂点から 0.5mm だけ開瞼し，他方の開瞼量のみを変化させた場合の NCT の表示値を示している。どちらの場合も約 2.5〜3.0mm 以下になると表示値の増加が急速に始まり，測定値の誤差が約 1mmHg を超えることが示された。

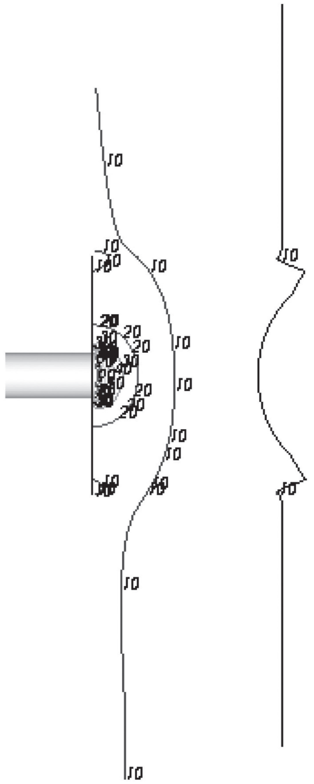


図10　速度分布

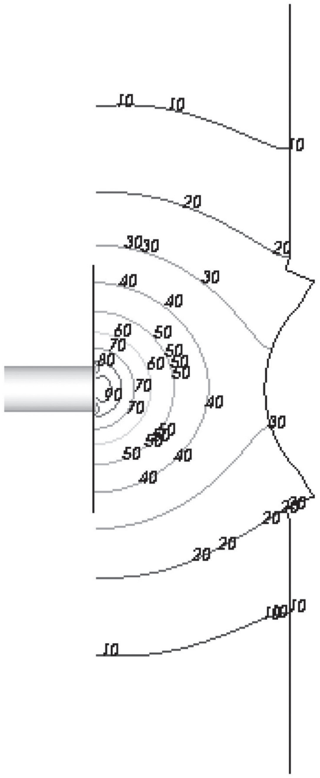


図11　圧力分布

2）圧力波

噴射口から離れた場所での噴射流の振る舞いを検討してみた。

図10は噴射口（左側中央）での流速を100％としたときの等流速線を示し，図11は同様に等圧線を示す。ラベルの単位は両図とも％で，等高線は10％間隔である。時間は噴射から2.5msec後で角膜頂点での圧力が20mmHgに到達し，眼球が圧平される瞬間である。

気流（図10）は眼球にわずかしか届いていないが，ほぼ同心円状に広がった圧力（図11）はその時刻に角膜に到達していることが明瞭に示されている。

4. 考　　　　按

1）新しい方法としての意義

瞼裂幅の影響を検討する最も適切な方法は模擬眼球の測定を実機で行い評価することであろう。しかしながら，実験での検証を行うのは容易ではない。調べることができた範囲で眼瞼付き眼圧計較正用模擬眼球はみあたらない。更に人眼で瞼裂幅を変化させながらデータを取ることも克服するべき問題点が多い。

シミュレーションには眼球模型の作成技術もボランティアの協力も必要としない。コンピュータさえあれば誰にでも扱うことができる方法である。今回のモデルの精度では，得られた数値にすぐに応用可能な具体的な意味をもたせることはできないが，実験以外の方法の提案が行え，また同時に瞼裂幅の影響に関する実験を行う必要性が示されたことには十分な意義があると考える。

2）シミュレーションモデルの妥当性

計算コストの問題もあり，計算に使用したモデルは実際の眼球をかなり簡略化して表現しているが，計算結果は臨床で感じている印象と一致しており，実際の測定状況の定性的論議に応えられるレベルでシミュレーションできていると考えられる。しかしながら，どの程度の精度をもっているかについての

定量的評価は実験による検証を待たなければならない。

３）瞼裂幅の下限値の意義

GATは眼科医自身が操作し，トノメーターチップの位置や眼瞼が接触していないか，眼球に不必要な力を加えていないか，あるいは被験者の様子は問題ないかなどの様々な状況を同時に把握した上で測定が行われる。しかし，臨床の現場ではNCTは非接触性の特性から担当医以外の検者が操作することが多い。担当医が自らGATで測定する場合，その精度（信頼度）について担当医自身が同時に理解している。しかし，診療録に記載されたNCTの結果は単純な数値の羅列となり，そのばらつき具合と過去の検査結果との比較が唯一の信頼度判定の材料となる。また，検者によってその数値に特定の傾向が出ることもしばしば経験されることである。

測定する瞬間の瞼裂幅は被験者と検者の両方の影響を強く受ける。また，検者と被験者の相性もあるかもしれない。この曖昧な領域に少しでも定量的な考えを導入し，精度の向上に貢献するのが本研究の最大の目的である。

今回は解くべき問題点の焦点を絞り込むために瞼裂幅，すなわち眼瞼縁の膜膜頂点からの位置と測定値（NCTに表示される眼圧）の関係のみを調べた。20mmHgの眼球を測定したと仮定したとき，数値シミュレーションは眼瞼縁が角膜頂点から約2.5～3.0mm以上離れていると測定値の誤差は1mmHg以下になり，更に上下とも大きく開瞼した場合と片側のみ大きく開瞼した場合で差はほとんど認められないことを示した。言い換えれば，角膜頂点に近い眼瞼縁の存在が誤差生成の大きな要因となっていると考えられる。実験で検証を行った場合でも瞼裂幅の下限値の存在自体は変わらないと考えるが，これらの数値は二次元解析の一般論であり，直ちに実際の臨床で意味をもつ値ではないことはとくに注意を要する。

結果は数値解析による予想であり，単純かつ一般化されたモデルでのシミュレーションに過ぎない。臨床現場で役立てるためには実機での検証が不可欠であり，必要な開瞼量は機種ごとに差が出てくると思われる。もしも，実機にて本研究で予想されたようなある程度明確な開瞼量の下限値が存在していれば，それぞれの機種で決定した眼瞼位置の限界点を示すガイドラインをモニター画像に表示させるだけで，検者による過度の開瞼操作を防止すると同時に，被験者の苦痛を軽減しながら，しかも必要な精度を維持できる可能性を示している。

４）圧力波

（1）NCTと圧力波

本計算の過程で見い出されたもう一つの重要な成果は，空気の流れが壁面で遮られたときの動圧（$=\frac{1}{2}\rho v^2$）によって眼球の変形（圧平）を生み出しているのではなく，流れよりも速く到達した圧力波によって眼球の変形がもたらされている可能性を実験を経ずに示したことにある。

計算結果だけからいえばNCTは「風圧で眼圧を測定する装置」ではなく，「圧力波で眼圧を測定する装置」と表現する方がより適切と思われる。しかし，我々が調べることが可能な範囲内で，現在汎用されているタイプのNCTが圧力波で測定しているという記述を見い出すことはできなかった。

今後，圧力波の性質がどの程度実際の測定に関与しているのかは，高速度カメラで捉えたNCT噴射流と比較検討する必要があるだろう。

（2）音波と弾性体

使用した流体モデルは非圧縮性の仮定で計算を行っている。圧力波は音波と同一であり，音波をより厳密に取り扱うためには圧縮性流体としなければならない。その点は検討課題として残る。一方，音波であれば弾性体を伝播する粗密波として扱うことができ，全く異なる計算モデルも実現する。

（3）新しいNCT

圧力波の関与を考慮すれば眼圧の測定に気流は必要ないかもしれない。チャンバーで噴射流を生成しなくても，理論的にはスピーカーなどでパルス状の「音波」を生成し，音響レンズで角膜に焦点を合わせれば圧平状態を作り出して眼圧が測定できると考えられる。圧力波にはみかけは現在のNCTと似ていても新しい眼圧計の可能性が秘められていると期待する。

５）総　括

NCTの使用に際して，従来は漠然と十分に開瞼して測定するとしか認識されてこなかったが，必要開瞼量には下限値の存在が予測され，それ以上の開瞼操作は誤差の要因になることはあっても，測定値の信頼度の向上にはつながらないことが示された。

また，NCTは風圧で測定する装置と思われがち

であるが，そこには圧力波の存在が大きくかかわっていることが示唆され，一般的な認識と異なっていた点も意義深いと考える。

謝　辞

本原稿作成にあたり，藪下和樹氏から多大なご助言を賜り，更に著書「途中式のある流体力学ノート」を参照させていただき，数値流体力学を眼科学ならびに眼工学に応用することが可能となった。ここに深く謝意を表す。

文　　献

1）内田浩治：眼をはかる；眼圧測定について（非接触眼圧計の発達と最新モデル）．設計工学 39: 138-142, 2004.

2）松本拓也，牧野弘之他：非接触眼圧計とGoldmann圧平眼圧計の測定値の相違－角膜厚および角膜曲率の影響．日眼会誌 104: 317-323, 2000.

3）瀬戸川朝一，玉井嗣彦，山西陽子：Non-Contact Tonometerによる各種眼圧値の比較検討．臨眼 30: 19-23, 1976.

4）小川隆申：数値流体解析における格子生成法（その1）．計算工学 6: 281-285, 2001.

5）Steger JL & Sorenson RL: Automatic mesh-point clustering near a boundary in grid generation with elliptic partial differential equations. Journal of Computational Physics 33: 405-410, 1979.

6）中橋和博，藤井孝蔵：格子生成法とコンピュータグラフィックス．数値流体力学編集委員会編，26-31，東京大学出版会，東京，1995.

7）吉田尚史，渡辺　崇，池田敏彦：ゾンマーフェルト放射条件の対流速度についての評価．日本計算工学会論文集 2003：20030017, 2003.

8）平野博之：流れの数値計算と可視化．265-281，丸善，東京，2004.

最近のトピックス

オルソケラトロジーについて

近畿大学医学部眼科学教室　月山　純子，宮本　裕子，下村　嘉一

1. はじめに

オルソケラトロジーとはハードコンタクトレンズ（以下 HCL）により角膜の形状を変化させて一時的に屈折異常を改善するものである。リバースジオメトリーデザインと呼ばれる特殊な形状の高酸素透過性 HCL（図１）を夜間睡眠時に装用して，日中はレンズを外し，角膜を平坦化させることにより近視の屈折矯正効果を得る。Laser in situ keratomileusis（以下 LASIK）などの角膜屈折矯正手術のように外科的に角膜形状を変えるのとは異なり，レンズ装用を中止すれば元に戻る。

2. オルソケラトロジーの歴史と現状

オルソケラトロジーの歴史は古く，1960 年代から米国で開発がはじまったが，当時はレンズ素材も酸素透過性のほとんどないポリメチルメタクリレート（PMMA）レンズで，夜間装用はできず，わずかな屈折矯正効果しかなく，再現性も不良であった。1980 年代に入り，リバースジオメトリーデザインが開発されたが，屈折矯正効果も 1～2D であり，当時のレンズ素材は十分な酸素透過性がなく，夜間装用ができなかったためオルソケラトロジーのメリットはあまり実感できなかったと思われる。

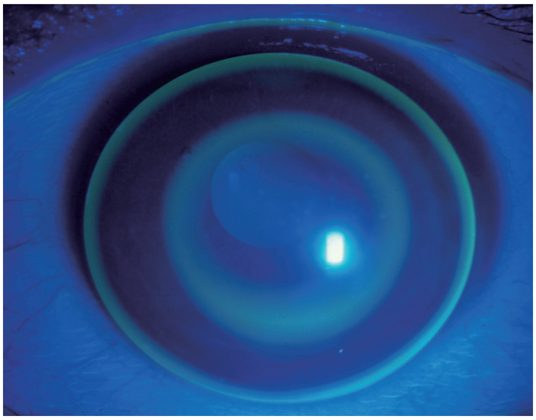


図１　オルソケラトロジーレンズ

1990 年代に入り，夜間装用可能な高酸素透過性レンズの開発により夜間睡眠時に装用し，昼間レンズを外すということが可能となった。また，更に改良されたレンズデザインにより－4D 程度までの近視の改善が可能となった。角膜形状解析装置の進歩もオルソケラトロジーを飛躍的に発展させる要因となった[1]。

2002 年，米国にて夜間装用のオルソケラトロジーレンズが FDA（Food and Drug Administration）により認可され，世界各国に広まっている。本邦では 2004 年以降，複数の大学で 6 社の臨床治験が施行され，4 社が厚生労働省への申請を行っている。

3. オルソケラトロジーのメカニズム

これまで，オルソケラトロジーの屈折矯正メカニズムとして，角膜全体が彎曲するとの考え方や，主に角膜前面の形状変化であるという報告がある[2]。我々は前眼部形状解析装置 Pentacam™ を用いた検討[3]を行ったが，装用開始前後で角膜後面曲率や前房深度に有意な差がなかったことより（図 2，3），角膜前面の形状変化が主なメカニズムであると考えている。オルソケラトロジーの角膜組織変化に関し

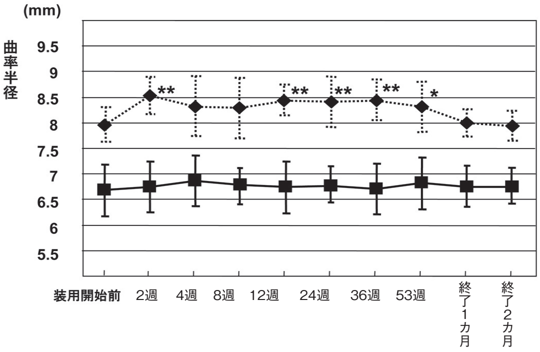


図２　中央部の角膜曲率半径の変化（n＝18）
：前面曲率半径　$p<0.001$（ANOVA）
：後面曲率半径　$p=0.64$（ANOVA）
装用開始前との比較*$p<0.05$，**$p<0.01$ Post-hoc test（Bonfferoni/Dunn）
文献３）より転載

ては，Matsubaraら[4]が家兎にオルソケラトロジーレンズを装用させたときに，角膜中央部では上皮細胞の数に変化がないが，細胞丈が低くなり，中間周辺部では上皮細胞層の数が増加していると報告している。

4. 視力の変化と戻りについて

近畿大学での臨床治験の結果を示す。図4は裸眼視力と矯正視力の推移である。装用開始2週間前後で安定した視力の出る症例が多くなっている。

装用開始1日後に裸眼視力1.0を得ることができたのが18.8％で，70.9％は2週間以内に裸眼視力1.0を得ることができた。しかし，12週間かかった症例も存在し，なかにはあまり反応しない症例もあった。これは，近畿大学だけでなく他施設においても同様であった。オルソケラトロジーはすべての人に有効な方法ではなく，個人差が大きい方法であるといえる。どういった症例が効きにくいかということについてはよくわかっていない。

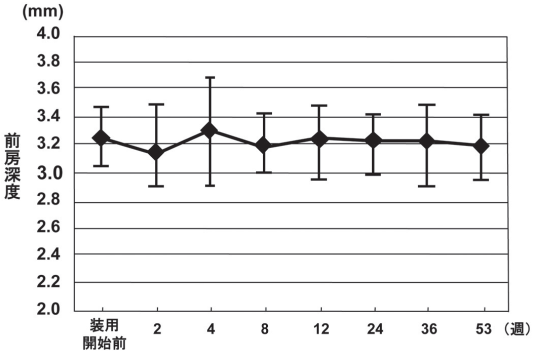


図3　前房深度の経時変化（n＝18）
p＝0.98（ANOVA）開始前との比較
文献3）より転載

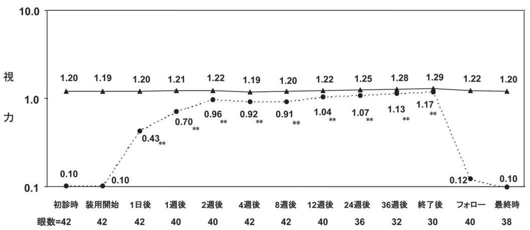


図4　裸眼視力と矯正視力の変化
- - -●- - -：裸眼視力，——▲——：矯正視力
**p＜0.01 Post-hoc test（Tukey-Kramer）
文献3）より転載

夜間睡眠中の異物感や，暗いところでの見えにくさ，夕方になると見えにくい，日によって見え方が違う等々の訴えがあり，途中終了，脱落の症例もあった。1年間治験を継続できた症例のうち，87％でこのままオルソケラトロジーを継続したいという希望があり，高い満足度を得ることができた。

オルソケラトロジー中止後の戻りに関しては，視力，等価球面度数（図5），屈折度数とも個人差があるものの，中止後2カ月までにはほぼ使用開始前の状態に戻ってきていると考えられる[4]。Soniら[5]は，1カ月間のオルソケラトロジー装用後，中止2週後までに屈折度数と裸眼視力が回復したと報告している。我々の調査では中止後，頻回に検査ができなかったため，使用中止後初めて来院する前にすでに戻っている可能性がある。

5. オルソケラトロジー角膜感染症

オルソケラトロジーは通常のコンタクトレンズよりも角膜感染症のリスクが高い可能性が指摘されている。レンズ素材は夜間装用に必要とされている酸素透過性をこえてはいるが，タイト処方になりがちなため涙液交換が悪くなりやすく，複雑なレンズ構造のため，レンズの洗浄が困難であることなどがその理由に挙げられている[6]。Ladageら[7]は家兎を用いた実験で，オルソケラトロジーにおいて家兎の角膜上皮細胞の変形，拡大と *Pseudomonas aeruginosa* の付着が増加したと報告し，オルソケラトロジーによる感染性角膜炎のリスクについて述べている。臨床治験では，厳密な管理の下に行ってい

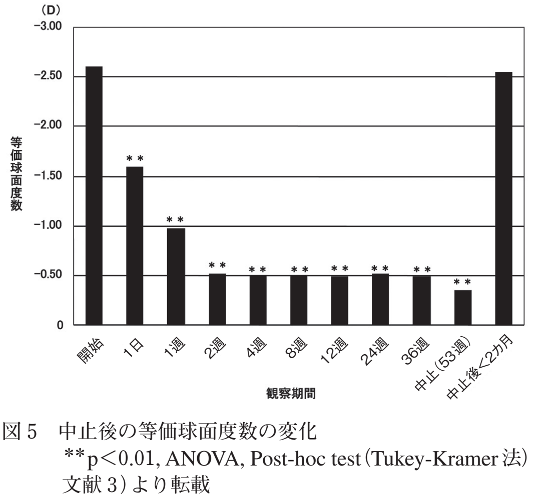


図5　中止後の等価球面度数の変化
**p＜0.01, ANOVA, Post-hoc test（Tukey-Kramer法）
文献3）より転載

るので感染症を発症させることなく良好な結果を得ることができたが，オルソケラトロジーは通常のコンタクトレンズ処方以上に十分な注意が必用と考える。

6. 視　力　の　質

Hiraokaら[8]は近視屈折量が大きくなるほど高次波面収差が増加し，コントラスト感度が低下，また，その変化量は相関すると報告している。また，LASIKとの比較では，オルソケラトロジーの方が不正乱視の指標であるSAI（surface asymmetry index），SRI（surface regularity index）の増加率が大きいという報告がある[9]。見え方の質に関してはLASIKの方がよいといえるであろう。これは，オルソケラトロジーの場合optical zoneがLASIKよりも狭く，偏心しやすいことに起因していると思われる。

7. 小児に対するオルソケラトロジー

小児に対しては，視覚の発達期に他の屈折矯正手段と比較して見え方が不安定で，視力の質も落ちるといわれるオルソケラトロジーを行ってもよいのかという問題がある。オルソケラトロジーは近視進行を抑制するという報告[10]もあるが，これについては議論が分かれている。

2005年に開催されたGrobal Orthokeratology Symposiumにおいて，中国，香港，台湾，韓国では18歳未満への処方が多いが，ドイツ，スイス，フランスではほとんどが成人であり，理由についても，アジアでは近視の進行抑制目的が多いのに対し，ヨーロッパでは仕事上の理由が多いという状況である。またオルソケラトロジーの長期成績はわからず，長期的に角膜組織に与える影響についても十分なデータの蓄積がない。したがって小児に対するオルソケラトロジーは望ましい方法とはいえない。

8. お　わ　り　に

オルソケラトロジーは適応を選び，正しく処方，使用すれば有効な方法であり，quality of lifeの向上に役立つが，合併症の問題やまだまだ不明な点も多く，長期成績もわかっていない。今後更なる研究と，眼科専門医による管理と情報伝達が必要である。

文　　献

1）佐野研二：オルソケラトロジーの歴史と現状．日コレ誌 45: 165-167, 2003．
2）Alharbi A & Swarbrick HA: The effects of overnight orthokeratology lens wear on corneal thickness. Invest Ophthalmol Vis Sci 44: 2518-2523, 2003.
3）下村嘉一，月山純子他：オルソケラトロジーを中心に－コンタクトレンズの可能性とその罪－．日コレ誌 51: 2-12，2009．
4）Matsubara M，Kamei Y et al: Histologic and histochemical changes in rabbit cornea produced by an orthokeratology lens. Eye & Contact Lens 30: 198-204, 2004.
5）Soni PS，Nguyen TT et al: Overnight orthokeratology: Visual and corneal changes. Eye & Contact Lens 29: 137-145, 2003.
6）吉野健一：Orthokeratology. IOL&RS 19: 168-173, 2005.
7）Ladage PM, Yamamoto N et al: *Pseudomonas aeruginosa* corneal binding after 24-hour orthokeratology lens wear. Eye & Contact Lens 30: 173-178, 2004.
8）Hiraoka T，Okamoto C et al: Contrast sensitivity function and ocular higher-order aberrations following overnight orthokeratology. Invest Ophthalmol Vis Sci 48: 550-556, 2007.
9）五藤智子：オルソケラトロジーのクオリティー．日コレ誌 46：169-171，2004．
10）Cho P，Cheung SW et al: The longitudinal orthokeratology research in children (LORIC) in Hong Kong: A pilot study on refractive changes and myopic control. Curr Eye Res 30: 71-80, 2005.

学会印象記

American Society of Cataract and Refractive Surgery (ASCRS) 2009

筑波大学 大 鹿 哲 郎

今年の ASCRS は 4 月 3 〜 8 日にサンフランシスコで行われた。初日の 4 月 3 日は Cornea day と Glaucoma day というサブスペシャリティデイで，いつもながら多数の参加者で溢れていた。

4 月 4 日のオープニングセッションでは，この一年で亡くなられた眼科医として Erin Jacobson 先生と Joel K. Shugar 先生とともに，田野保雄先生のお名前が挙げられ，黙祷が捧げられた。

世界経済は不況の真っ直中だが，学会場でもいくつかの点でそれを実感した。一つは，長年にわたり Film Festival のスポンサーになっていたアルコンが撤退し，スポンサーなしのプログラムになってしまっていたことである。アルコンの撤退は，一つには経済状況，もう一つは費用対効果に基づく判断という。確かに近年，Film Festival 表彰式への参加者は確実に減少していた。今年も会場は空いていたし，ビデオの投稿数も減っていた。スポンサーがなくなったことによって，Film Festival は夕方開催から最終日の日中開催（11〜12 時）に変更になり，内容もかなり簡素なものとなった。カクテルやスナックなどの提供がなくなり，生バンドの演奏もなかった。

そのほかでは，去年までは会場で大量に配られていた無料のミネラルウォーターが廃止されていたし，企業の広告物が激減していた。ホテルの部屋に毎日うんざりするほど配られていたチラシやパンフレットがすっかり少なくなって，逆に寂しいほどであった。

つい先日，Advanced Medical Optics が Abbott に買収されたが，プログラムや冊子，学会場ではすでに Abbott Medical Optics（AMO）と書き換えられており，そのスピーディさには驚かされた。

学会の内容としては，まず乱視矯正用のトーリック眼内レンズの話題が多く，良好な臨床結果が報告されていた。とくに現在使用されているアクリソフのトーリックレンズは，以前のシリコーン製トーリックレンズと違って眼内での回転がほとんどなく，軸ずれが少ないという点が優れている。乱視矯正用角膜切開（peripheral corneal incision や limbal relaxing incision）と比較しても高次波面収差の発生が少なく，効果も安定し，術後視機能の点でも優れているとのことであった。

ただ，乱視矯正についても，術中測定が可能な ORange（WaveTec）という aberrometer が米国で発売されており，これを使用すれば術中にリアルタイムで軸決めができ，また乱視矯正量が定量できるので，limbal relaxing incision の精度が格段に向上するという。ネックは値段で，装置の価格（約 600 万円）に加えて，1 症例ごとに 150 ドル支払うという条件があり，導入への高いハードルとなりそうである。ORange はトーリック眼内レンズの術中軸合わせにも使用できる。

多焦点眼内レンズは相変わらず興味の的であったが，新しいレンズとして加入度数を＋4.0D から＋3.0D に減らしたアクリソフ IQ ReSTOR ＋3.0 の発表があり，注目を集めていた。メガネ換算で＋2.25D の加入となる。これまでの ReSTOR ＋4.0 の弱点であった中間視力を向上させようというものであり，実際にコンピュータ画面を見たり買い物の場面などでより良好な視力が得られるという。中間視での視力の低下がないので明視域が連続して広く維持され，また欧米人では近方視での問題も少ないとされるが，より近い距離で漢字を読む日本人においてはこのあたりは保証の限りではない。

アルコンの MN60D3 は 3 ピースの diffractive 型多焦点レンズで，後嚢破損や前嚢切開に亀裂が入った症例に使われる。球面レンズなので，非球面レンズより偏位に強い。二次挿入や，強膜縫着にも使うこともできる。

調節眼内レンズ（accommodating IOL）では，ボシュロムに買収された Crystalens の新しいバージョン Crystalens HD の発表があった。欧州で開発された Tetraflex（Lenstec）の発表もあった。

Synchrony dual optic は 2 枚の光学部が前後に組み合わされ，バネのような連結部で繋がれているもので，前方の＋32D の光学部が動くことによって調節

を行う。FDA（Food and Drug Administration）の認可が近いという。全距離視力が非常に良く，多焦点眼内レンズと比較して明視域が広く，コントラスト感度が良好で，グレアやハローなどの症状が有意に少ないという。UBM（ultrasound biomicroscopy）とaberrometerで実際に光学部の動きが確認されると報告されていた。

レーザーではフェムト秒レーザーで白内障手術の前嚢切開と核の破砕を行うという発表があった。IntraLaseの創立メンバーがAMOに買収される前にスピンアウトして作ったLenSx Lasersである。

フェムト秒レーザーで角膜実質内に種々の切開をおくことにより，老視の矯正（Intracor），遠視の矯正，乱視の矯正（conic intrastromal relaxing incision）を行う方法が多くの施設から報告されていた。フェムト秒レーザーの使用は，欧米でかなり盛んになってきている印象を受けた。

屈折矯正手術ではないが，角膜手術セクションのなかで，Descemet's stripping automated endothelial keratoplasty（以下 DSAEK）用の新しい挿入デバイスとして，EndoGlideという器具をシンガポールのDonald Tanが発表していた。Businグライダーにレンズシートを組み合わせたような器具で，非常に使い勝手がよさそうであった。更に小切開創用の器具を開発していくとのことで，今後が期待される。

Francis W. PriceがDescemet membrane endothelial keratoplasty（DMEK）82例の成績を発表しており，注目を集めていた。デスメ膜と内皮のみを移植する方法である。もともとMellesが開発した手技であるが，角膜厚がより正常に近くなるので，DSAEKよりも視力の回復が早く，屈折異常も少なく，術後視力も良好という。ただ，テクニカルにはDSAEKより格段に難しいことは確かである。

数年前から話題になっていた角膜cross-linkingでは，円錐角膜に対して非対称的にクロスリンクする方法がポルトガルから発表されていた。この分野は欧州で研究と臨床応用が非常に進んでいて，我が国と非常に大きな差があるのが残念である。

来年のASCRSは４月10～14日にボストンで行われるが，その前の４月７～９日にWorld Cornea Congressが行われるので，かなり多数の医師が参加するであろう。

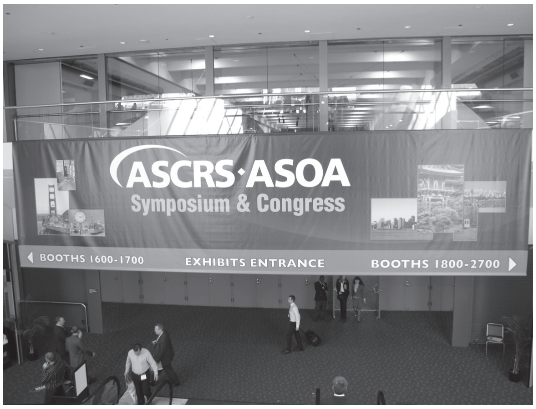


図１　ASCRS 2009のエントランス

学会印象記

第113回 日本眼科学会講演より「変性近視」(5演題) および「黄斑上膜の不等像」(展示) 印象記

㈶仁泉会医学研究所　加 藤　桂 一 郎

第 113 回日本眼科学会（以下 日眼）は 4 月 16～19 日まで東京国際フォーラムにおいて開催された。

4 月 18，19 日には他の研修会に出席のため欠席せざるを得なかったのは残念であった。日眼総会のなかから 17 日朝の一般講演セクション「変性近視（座長：東京医科歯科大学　大野京子准教授）」5 題とポスター 1 題「黄斑上膜の不等像」に的を絞り，印象を記してみたい。

各演題についての要約と質疑内容の順に述べる。

02-116　ゲノムワイド関連解析による日本人における病的近視の感受性遺伝子の検索
中西秀雄（京都大）他

京都大，東京医歯大，福島県医大の 3 施設の共同研究であり，強度近視の原因遺伝子を見い出そうとする遠大な計画で，一塩基多型（SNP）を用いたゲノムワイド関連解析という手法によっている。本法は加齢黄斑変性などでも行われている。対象は，両眼とも眼軸長 28mm 以上（少なくとも片眼に変性近視を有すること）の 302 例であり，JSNP データベースで公開されている日本人一般集団 934 例を対照群として用いたという。

二つのスクリーニング過程を踏んで解析に供した。その結果，22 個の領域のなかで一つの領域において再現性の確認がとれたという。

Q & A：

眼軸，その他症例の条件が同じか，どうか？　変性近視ということで，高齢者（平均 59 歳前後）を対象とした報告は初めてといえる。

片眼性か，両眼性か，作業環境（近見作業）によっても条件は大分変わってくるはずでは？　眼軸の左右差が少ないものを選んでいる。

原因要素を強膜，あるいは網膜をシグナルとするか？　後者を推定している。

などの質疑がなされたが，今後「道なお遠し」という印象を受けたし，臨床への対応（目的）も今ひとつのようにも思われた。

02-117　近視性脈絡膜新生血管の危険因子
城　友香理（大阪大）他

近視性脈絡膜新生血管（mCNV）の危険因子を，僚眼（眼軸長 26.5mm 以上を有する）に黄斑部異常を認めない 23 例（平均年齢 63 歳）を対照眼として，視機能（視力，眼圧，屈折値，眼軸長，optical coherence tomography（OCT）による脈絡膜厚，後部ぶどう腫深度・色素上皮層長など），臨床的局所所見（とくに，網脈絡膜萎縮，Lacquer crack など）を比較した。

これらの結果より，mCNV の発症リスクを類推した。

予想されたことではあるが，視力，色素上皮層長（水平方向），Lacquer crack は mCNV 眼と僚眼に有意差がみられた（リスクファクター）が，他の要素には有意差はみられなかった。いうなれば，局所要因（変化）が重要と推定されたという。

Q & A：

OCT で強膜と脈絡膜のオリエンテーションが容易につけ得るのか？　厳密な意味では今後の課題かと思う。

いわゆる Fellow eye を対照眼としてよいのか，いずれは病眼となるものと思うが？　一般の眼となるとバリエーションが大きく選択が困難である，といわれた。

02-118　スペクトラルドメイン光干渉断層計を用いた強度近視眼の後眼部生体計測
生野恭司（大阪大）他

視力予後にかかわる強度近視眼の後部ぶどう腫形成と，網脈絡膜の菲薄化を量定する目的で，スペクトラルドメイン光干渉断層計による生体計測を行った。このことによって視力悪化の後局部リスクファクターを数値として示したい。

対象 18 例 21 眼の条件は，1）－6D 以上，眼軸長 26.5mm 以上，2）30 歳以上 60 歳未満，3）後眼部異常がない，4）Cirrus HD-OCT，IOL Master による計測施行例，とした。

網膜厚：200μm 前後（正常と差がない），

中心窩：薄い，

脈絡膜厚：100μm（正常眼の 1/3）で鼻側・下方

　　　が薄い，
　後部ぶどう腫：上方が長い，
　脈絡膜厚：年齢と相関あり
などの結果が得られたという。

これらの結果から，脈絡膜の変化を画像として捉えることが重要といえると結論づけられた。なお，後部ぶどう腫については更に追跡する予定と述べられた。

Q & A：

厚みを測るときのモードは？　512 × 128，水平のBスキャンで測定。

後部ぶどう腫と診断する高さ（深さ）の臨床的定義は？　客観的には難しいし，今後お互いに持ち寄って議論すべきかと思う。

黄斑・網膜に異常がないという判断は？

など，境界領域の定義については結論が得られず，今後の課題か。

なお，後の講演でもみられたが，年齢群の平均処理（正規性がなく，実態は中央値），それに基づく「相関，有意差の検定」などは人為的に抽出された病的対象疾患であるだけに問題があり，慎重を期していただきたい旨を付言しておいた。

次の２題は，強度近視に由来する「黄斑分離症」の演題である。

02-119　黄斑円孔のない近視性黄斑分離症の手術成績
中静裕之（日本大・駿河台）他

OCTにより黄斑円孔がみられない近視性黄斑分離症と診断が下された29例（29眼，視力0.5以下，–8D以上）について，術前に分離型（15眼）と剝離型（14眼）に分け，空気，またはSF_6ガスタンポナーデを行った術後網膜所見と視機能（logMAR視力）を検討した。その結果，とくに後者において視力向上が得られやすいが，術後に黄斑円孔を発症（7眼，24％）すると視機能低下が避けられないと述べられた。

Q & A：

内境界膜をとるのが重要，またガスと空気ではどうか，うつ伏せの有無については？

ピンホールの見落としは？　安全を図るにはガスが有用と。

術前の詳細な検討にはOCTを縦・横併用するのがよい，などのコメントが出され，検討の余地を感じさせられた報告であった。

02-120　強度近視黄斑分離に対する硝子体術後の視力因子
熊谷和之（総合上飯田第一病院）他

黄斑円孔を伴わない近視性黄斑分離症39例（39眼，－8D以上，眼軸長28mm）に対して，前の演題と類似の術式（内境界膜剝離＋ガスタンポナーデ）にて硝子体手術を施行，術前後の諸検査を行い，視力（logMAR）の推移をみたものである。また，有水晶体眼（21眼）に対しては眼内レンズ（IOL）挿入術を併用している。視力改善は24眼（62％），不変11眼（28％），悪化4眼（10％）で，円孔の発生はみられなかったが，1眼に脈絡膜新生血管の発症を認めたと。

Q & A：

手術適応は剝離が起こってからの方がよいか？　視力の状況は？　などの質疑があった。

なお，個人的な興味の対象である「不等像視」についてのポスターが１演題みられたので，問題点だけを記しておきたい。

P-163　特発性黄斑上膜における不等像視
浅野　亮（藤田保健衛生大）他

19例の特発性黄斑上膜の視機能の定量的評価にM-Charts，およびNew-Aniseikonia test（以下NAT）を用いた結果の報告である。不等像の定量化が可能であり，病状の程度を類推する指標となり得ると記された。

近畿大学眼科で開発されたMetamorphopsia-Charts（変視症チャート）と，不等像視とは若干定義が異なるため割愛し，個人的に関心をもつ主題に沿って後者についてのみ，以下の私見（疑義）を提示しておきたい。

\#　NAT視標の視角は病巣の大きさとは対応しない。
　小・大視症の視感覚ははるかに著しい（自覚症として感知される）と推測されるが，前述の理由から量定をするには問題があり，個々の病巣の大きさも多彩であり，その辺をクリアするのが先であろう。

\#　19例と少例数であり，かつ個々の病態が異なる集団について，相関の有無を論ずるのには無理がある。
　1～2例の異常値例の棄却検定（症例の検討）を優先させ，検定の後に相関の有無を判断すべきかと思われる。
　極端な1～2例を除けば結論は変わってくる場合も多い。今回の結果が事実として一人歩きするのを危惧し，記させていただいた。

学会印象記

Association for Research in Vision and Ophthalmology （ARVO）に参加して

大阪大学　不二門　　尚
㈱トプコン　三　橋　俊　文

例年どおりフロリダ州のフォートローダーデールで開催されたARVOは，新型インフルエンザの影響で日本からの参加者が多数キャンセルになってしまったが，アメリカ人はすでに感染国であったことと国民性のためか，全く気にしている様子もなく，活発に報告や議論が行われた。

1. 眼底画像関係

補償光学（以下AO）眼底カメラに関しては，臨床症例について多くの施設から発表があり，実用化が間近い印象を受けた。AO眼底カメラは，眼球の収差を可変鏡で補正した後に高倍率で眼底撮影することにより，錐体細胞を捉えることができる装置で，通常のflood illumination AO眼底カメラのほか，走査レーザー検眼鏡（以下SLO）と組み合わせたAO-SLO，光干渉断層計（以下OCT）と組み合わせたAO-OCTでもよい画像が得られている。AO-SLOに関して先行しているカリフォルニア大学バークレー校のRoordaのグループは，フーリエドメインOCT（以下FD-OCT），多局所網膜電図（以下mf-ERG）などを組み合わせて，AZOOR（急性帯状潜在性網膜外層症：眼科用語集による）の症例を詳細に検討した発表を行った。mf-ERGで振幅低下がみられた網膜部位で，AO像で錐体モザイクが不鮮明になっていることが示されており，FD-OCT像とあわせて，AZOORが視細胞外節の限局的な障害であることが明確に確認された。我々のグループはその隣のポスターで，flood illumination AO眼底カメラでLaser障害のfollow up例について発表したが，AO眼底カメラで鮮明に視細胞障害を二次元的に捉えることができ，好評であった。筑波大学の安野先生のグループは侵達性のよい長波長（1 μm）のAO-SLOで錐体が鮮明に描出されることを報告した。一方AO-OCTは，イギリスのカーディフ大学のDrexlerらのグループが開発している究極のOCTで，錐体が鮮明に描出できるようになり画期的に進歩しているが，装置が大掛かりなので臨床機器として普及するかどうかは議論のあるところである。

FD-OCTに関しては市販機が普及したこともあり，臨床症例での検討が非常に多く報告された。網膜障害を層別に論じる時代が到来したことがはっきり印象付けられた。次世代のOCTとしては，長波長（1 μm）のOCTによる脈絡膜の解析が興味深かった。先行するDrexlerのグループは不参加で残念であったが，マサチューセッツ総合病院のde Boerのグループ，安野先生，大阪大学の生野先生のグループが臨床例について検討を行い，加齢黄斑変性（AMD）に対するAvastinの治療効果判定や，強度近視眼の病態解明に有用であるという印象を受けた。

眼底の機能イメージングは，網膜や網膜色素上皮（RPE）の活性を画像化して評価できる技術であり，最近研究面で注目を集めている。光刺激，電気刺激による変化を連続的に観察する方法を使ったいくつかの研究報告がなされたが，先駆者であるUpstate Medical UniversityのTsoは，血管拡張薬投与下で信号成分が減少することを，この方法により観察されている変化がhemodynamicsによる変化と結論する根拠としていた。またアラバマ大学のYaoのグループでは，スリット走査型の共焦点顕微鏡を使ったカエル網膜のin vitroの観察で，網膜の層構造による時間変化，とくにこの分野の研究者が興味をもっているポジティブ，ネガティブの反応を調べた。また，筆者らのグループは2波長帯域（730～780nm，830～880nm）でのイメージングを行い，刺激による酸素飽和度の変化について報告した。分光眼底カメラに関して，本年も瞬間的に分光ができる装置を含め報告があった。機能イメージングと瞬間分光眼底カメラの組み合わせが来年以降のトレンドになるかもしれない。更に，機能イメージングの画期的な進歩としては，東京医療センターの角田先

生らのグループが，人間に近いサル網膜で初めてfunctional OCT の記録に成功し，光刺激で視細胞層のみでなく網膜内層からも信号が得られたことを報告したことが挙げられる。

2. 人工網膜関係

実用化間近といわれながら数年経過している人工網膜であるが，本年のARVO で，ドイツのZrenner のグループが画期的な発表を行った。1,500 極の電極を網膜下に埋植し，4 カ月の長期観察を行った症例で，ランドルト環の視力検査で0.02 の視力が測定でき，実用的な視力としてバナナの形がわかったということである。アメリカのHumayun のグループも，60 極の電極を網膜上に設置する慢性埋め込み型人工網膜の手術を十数例に行い，縞視標に対する反応が得られたという発表を行った。成功例が少しずつ報告されはじめたことは朗報である。経角膜電気刺激による網膜神経の賦活化に関して，不二門のグループは外傷性視神経症に対して視力が0.1 以上の症例で有効例が多いことを報告したが，ドイツのGekeler のグループは，視細胞障害ラットに対して電気刺激がERG の改善に有効であることを報告した。経角膜電気刺激が各国に広まることはGood News である。

3. 前眼部屈折関係

波面収差と視機能に関しては，技術の進歩によりadaptive optics で使われるdeformable mirror の技術を刺激の提示に応用した収差シミュレータを使った研究がトレンドと思われる。また，波面収差測定のアライメントの詳細に関する研究もみられた。筆者らのグループは両眼波面センサーと自覚的なコントラスト感度の同時測定に関する報告を行った。前方開放型に作られた装置を使って，両眼の調節や収差を連続的に測定しながら自覚的な検査も同時に行った。1 分間開瞼による連続測定では，波面収差から計算されたmodulation transfer function（MTF）と自覚的なコントラスト感度の関係を示すことができた。

トーリック眼内レンズ（以下IOL）の普及に伴い，乱視の測定とIOL の位置，回転の関係を調べることが必要になっている。Aston 大学のWolffsohn らは，デジタルスリットカメラのレトロイルミネーションによりIOL の位置，回転を測定し，その繰り返し精度を検討した。また白内障手術では，最近，手術用顕微鏡に波面センサーを取り付けた装置が注目されている。Ed Saver らは，IOL 挿入時にはIOL が10° 程度まで大きく傾いたときの乱視を測定してしまうことを想定し，そのときの乱視測定の問題点を眼とIOL の光学モデルにより検討した。単なる装置の提供に終わらず，測定誤差について理論的に検討することは手術の精度向上に貢献すると思われる。

Altal のグループは，摘出された人眼の水晶体について，干渉計と波面センサーによる収差測定，shadow photograph 形状測定を行った。水槽中の摘出水晶体の形状測定は，後ろ側から水晶体を照明し，その影をcharge-coupled device（CCD）で撮影することにより行われた。精度的には20μm と物足りないが，同時に行われた収差測定とのマッチングを調べるなどして，今後，眼の光学あるいは収差構造がより解明されるであろう。

4. ま　と　め

今年のARVO について，筆者らの興味ある分野についてのみ簡単に報告した。このほかにも，最近研究開発が活発なOCT では，更に画期的な報告があったと聞くが，これらが漏れてしまったことはお詫びしてお断りしておきたい。

「視覚の科学」編集者

編集委員長	三橋　俊文	(㈱トプコン研究開発センター)
編 集 委 員	市川　一夫	(社会保険中京病院眼科)
〃	井上　　真	(杏林大学医学系研究科眼科)
〃	魚里　　博	(北里大学医療衛生学部・大学院医療系研究科)
〃	江本　正喜	(NHK放送技術研究所)
〃	大鹿　哲郎	(筑波大学臨床医学系眼科)
〃	大沼　一彦	(千葉大学工学部情報工学科)
〃	奥山　文雄	(鈴鹿医療科学大学医用情報工学科)
〃	梶田　雅義	(梶田眼科)
〃	祁　　　華	(HOYA㈱ビジョンケアカンパニー開発部)
〃	古野間邦彦	(㈱ニデック研究開発本部技術開発部)
〃	斎田　真也	(神奈川大学人間科学部)
〃	佐藤　美保	(浜松医科大学眼科)
〃	仲泊　　聡	(国立障害者リハビリテーション病院・東京慈恵医科大学眼科)
〃	根岸　一乃	(慶応義塾大学医学部眼科)
〃	長谷部　聡	(岡山大学医学部眼科)
〃	畑田　豊彦	(東京眼鏡専門学校)
〃	原　　直人	(神奈川歯科大学附属横浜クリニック眼科)
〃	不二門　尚	(大阪大学大学院医学系研究科感覚機能形成学)
〃	前田　直之	(大阪大学大学院医学系研究科視覚情報制御学)
〃	松本富美子	(近畿大学附属堺病院眼科)
〃	吉澤　達也	(金沢工業大学人間情報工学部)

(敬称略，50 音順)

編 集 後 記

第 30 巻第 2 号をお届けします。

本号の総説は第 29 巻 1 号の最近のトピックスで取り上げた弱視に関するもので，最近の研究成果を EBM（evidence-based medicine：科学的根拠に基づく医療）の視点を踏まえてまとめられております。拝読して，もし私が治療を受ける立場の患者であったなら，インフォームドコンセントにおいて，「正しい選択をするためには EBM の結果を踏まえた情報の提供が必要です」と強く要求するであろうと思ったしだいであります。読者の皆様にとって現在の研究動向を見極めるための有意義な一編になれば編集者として幸甚であります。

本号の原著は一つです。流体力学の解析がしっかりなされていて，工学分野の人には説得性のある分析になっております。医学サイドの方にとっても日ごろ疑問に思っている問題の解決に役に立つ内容と思われます。そして最近のトピックスはまさにトピックスで，今後の可能性を秘めたオルソケラトロジーに関する報告です。前述した EBM の観点からのデータの蓄積により，その有効性が確立していくものと思われます。

巻頭言にありますように，視機能の矯正は単なる視力の矯正ではなく，脳の活動をも視野に入れる必要があります。したがいまして，視覚の科学をより一層充実させるためには色々な分野の方からの投稿が必要です。今後も皆様のご協力をお願いいたします。

斎 田 真 也 記

視 覚 の 科 学　第 30 巻　第 2 号

2009 年 7 月 31 日　発行

編集委員長　三橋　　俊文

発　　行　日本眼光学学会
567-0046　茨木市南春日丘 7-5-10　第二山本ビル 203
JMC 佐々木内
TEL　072-631-3737　FAX　072-631-3738
E-mail　jmcfuji@ops.dti.ne.jp

発 行 所　日本眼科紀要会
567-0047　大阪府茨木市美穂ケ丘 3-6　山本ビル 302 号室
TEL　072-623-7878　FAX　072-673-6060
E-mail　folia@hcn.zaq.ne.jp

◆ 編集部からのお願い ◆

視覚の科学をお読みになったご感想，ご意見などをお寄せ下さい。

送付先：大阪大学大学院医学系研究科応用医工学講座感覚機能形成学教室
〒565-0871 吹田市山田丘 2-2
TEL 06-6879-3941　FAX 06-6879-3948
E-mail: hisyo10 @ ophthal.med.osaka-u.ac.jp
日本眼光学学会　編集部

◆ 日本眼光学学会入会のお勧め ◆

日本眼光学学会は，医師と視能訓練士，物理，光学，視覚研究者をメンバーとし，眼の機能特に視覚科学，レンズ，光学器械，眼の計測器等に関する基礎的，応用的問題の研究，発展に資することを目的として昭和 40 年に発足し，以来この方面において多大の成果を挙げております。

入会をご希望の方は，次ページ挟み込みの入会申込書に必要事項（特に学歴，現在の専門，紹介者）を漏れなくご記入の上，下記事務局宛にお送り下さい。

◆記入上の注意

※眼科医の方は日本眼科学会の認定番号を備考欄にお書き下さい。

※理工系の場合は，大学教授，施設長のご紹介をいただいて下さい。

※視能訓練士の方で，視能訓練士協会にご在籍の方は，会員番号を備考欄にお書き下さい。

※申込者は，忘れずに捺印し郵送して下さい。

※ 2005 年 4 月より個人の守秘義務に関する法律が設定されました。入会申込書にも記載しておりますが，名簿に記載してよい項目には忘れずに○印をお付け下さい。○印がついていない場合はすべて掲載いたしますのでご了承下さい。

◆**会費は，常任理事会にて承認後，改めてご請求いたしますので，折り返しお振込下さい。ご入金が確認できた時点で入会日，会員番号をお知らせいたします。**

◆送付先：567-0046 茨木市南春日丘 7-5-10 第二山本ビル 203　JMC 佐々木内
日本眼光学学会事務局

◆問合先：TEL 072-631-3737　FAX 072-631-3738
E-mail jmcfuji@ops.dti.ne.jp

◆年会費：入会金不要　年会費 (個人) 5,000 円

◆学　会：年 1 回開催。巻末の学会案内をご参照下さい。

◆刊行物：学会誌「視覚の科学」年 4 回発行，学会プログラム・抄録集など，刊行物はすべて会員に無料配布いたします。

日本眼光学学会総会開催記録

自昭和40年～至平成21年

回数	年代	会　長	所　属	開　催　場　所	ME学会と合同
1	昭和40年	桐澤　長徳	東北大	宮城県民会館	×
2	41年	大塚　　仁	東京医科歯科大	国立教育会館・大会議室	×
3	42年	久保田　広	東京大・生産技術研	国立教育会館	×
4	43年	梶浦　睦雄	福島県立医科大	福島県飯坂市エーザイ製薬講堂	×
5	44年	牧内　正一	大阪医科大	明治生命ビル	×
6	45年	松尾　治亘	東京医科大	東京医科大同窓会館	×
7	46年	三国　政吉	新潟大	新潟医師会館	×
8	47年	三島　済一	東京大	東京虎の門久保講堂	×
9	48年	日置　隆一	千葉大	東京興和ビル11階講堂	×
10	49年	中尾　主一	奈良県立医科大	奈良県文化会館小ホール	×
11	50年	米村　大蔵	金沢大	金沢大学十全講堂	×
12	51年	中島　　章	順天堂大	順天堂大有山登記念館講堂	×
13	52年	大頭　　仁	早稲田大	順天堂大有山登記念館講堂	×
14	53年	梶浦　睦雄	福島県立医科大	順天堂大有山登記念館講堂	×
15	54年	野寄喜美春	埼玉医科大	埼玉医科大講堂	×
16	55年	大庭　紀雄	鹿児島大	指宿観光ホテル	×
17	56年	大島　祐之	筑波大	筑波大臨床講堂	×
18	57年	石川　　清	千葉大	千葉大医学部記念講堂	×
19	58年	保坂　明郎	旭川医科大	旭川市トーヨーホテル	×
20	59年	所　　　敬	東京医科歯科大	東京医科歯科大学大講堂	×
21	60年	鈴木　昭弘	愛知医科大	名古屋国際センター	×
22	61年	糸井　素一	京都府立医科大	国立京都国際会館	×
23	62年	佐々木一之	金沢医科大	石川県教育・自治会館	×
24	63年	加藤桂一郎	福島県立医科大	福島市ホテル辰巳屋	×
25	平成 1 年	西信　元嗣	奈良県立医科大	奈良県新公会堂	×
26	2 年	太根　節直	聖マリアンナ医科大	全協連ビル	×
27	3 年	岩田　和雄	新潟大	新潟東映ホール	×
28	4 年	石川　　哲	北里大	横浜開港記念会館	×
29	5 年	山本　　節	神戸大	神戸市医師会館本館	×
30	6 年	新美　勝彦	藤田保健衛生大	愛知芸術文化センター	×
31	7 年	湖崎　　克	大阪市	薬業年金会館	○
32	8 年	畑田　豊彦	東京工芸大	早稲田大国際会議場井深大記念ホール	○
33	9 年	木下　　茂	京都府立医科大	国立京都国際会館	○
34	10年	金井　　淳	順天堂大	興和㈱11階ホール	○
35	11年	可児　一孝	滋賀医科大	国立京都国際会館	○
36	12年	尾羽沢　大	東海大	パシフィコ横浜・会議センター	○
37	13年	三宅　養三	名古屋大	名古屋国際会議場レセプションホール	○
38	14年	河原　哲夫	金沢工業大	アクトシティー浜松コングレスセンター	○
39	15年	不二門　尚	大阪大	大阪国際交流センター	○＋屈折調節研
40	16年	清水　公也	北里大	パシフィコ横浜	○＋屈折調節研
41	17年	和氣　典二	中京大・心理学部	名古屋市中小企業振興会館	○
42	18年	北原　健二	東京慈恵医大	東京国際フォーラム	○
43	19年	吉田　晃敏	旭川医科大	旭川市民文化会館	ME学会と合併
44	20年	奥山　文雄	鈴鹿医療科学大学	日本教育会館一ツ橋ホール	屈折調節研と合併
45	21年	大鹿　哲郎	筑波大	東京国際フォーラム	白内障･眼内レンズ･APA

日本眼光学学会誌「視覚の科学」投稿規程

原著の投稿規定

1. 投稿論文は他誌に発表されていない論文および学会発表原著で，原則として筆頭著者は本会会員に限ります。
2. 原著論文は査読者の意見を参考に，編集委員会が採否を決定します。なお，査読者の意見により原稿の加筆，修正，削除などをお願いすることがありますのでご承知おき下さい。原稿修正等に要する日数は特に定めませんが，3 カ月以上になると取り下げと判断する場合があります。
3. 原著論文は，査読者に送られますので論文原本のほかに必ずコピー 2 部（原本も含め計 3 部）を提出して下さい。

原著・総説の執筆要項

1. 別々の用紙を用いて次のように区分して下さい。
   - タイトルページ：題名，Running Head，所属名，著者名を明記し，下段に校正などの連絡先を記入して下さい。
   - 和文要約：400 字以内に論文の概要がわかるように書いて下さい。
   - 英文要約（Abstract）：ダブルスペースで打字し，200 語以内（1 語は 5 文字に相当）とします。なお，英文の題名，氏名，所属名，住所を明記して下さい。
   - キーワード：日本語のキーワードを，5 個以内で重要な順に列記して下さい。
   - Key words：英語の key words は日本語と同じものを，5 個以内で重要な順に列記して下さい。
   - 本文：原則として，緒言，方法，結果，考按の各項目に区分して下さい。ただし，内容によってはこの限りではありません。総説の場合，本文の構成は自由です.
   - 文献
   - 表および図（写真および付図）
   - 表および図の説明
2. 論文の長さは原則として，本文と文献を合わせて 400 字原稿用紙 20 枚（8,000 字）以内とします。ただし，編集委員会が認める場合は，この限りではありません。専門用語以外は当用漢字，現代かなづかいを使用し，句読点を正しく付けて下さい。表および図以外には，頁番号並びに頁左側に行数を付けて下さい。電子媒体による投稿の場合には，本文は Microsoft Word あるいはテキストファイルで，図表は Power Point ファイルで，CD-ROM に記録してお送り下さい。
3. 医学用語は，原則として日本医学会医学用語委員会編「医学用語辞典」Japan Medical「眼科用語集　第 4 版」Terminology in Ophthalmology（日本眼科学会）1999 年によって下さい。外国人名，地名，薬品名は原語で書き，日本語化している外来語はカタカナを用いて下さい。文中の欧米語は固有名詞，商品名，商品名略語および独語の名詞を除き，すべて小文字として下さい（文頭は大文字）。薬品名は一般名を使用し，商品名はカッコ内に入れ（------®）として下さい。
4. 数字は，算用数字を用い，計量単位はできるだけ SI 単位を用いて下さい。
5. 図と表はそのまま印刷できるように，きれいにトレースしたもの，または写真を用いて下さい。原則としては A4 の大きさ以内にして下さい。
6. 図（写真）と表の挿入希望箇所を原稿内に示して下さい。写真の大きさは名刺版（6 × 8cm）以上の大きさとします。また, 間違いをなくすために, 写真の裏側に氏名と天地を明記してお送り下さい。カラー印刷を希望される方は，必ずフィルム（ネガまたはリバーサル）をお送り下さい。カラー印刷は製版・印刷の実費を申し受けます。図（写真）と表の説明は別の用紙を用いて書いて下さい。

   なお説明は，読めばその内容がわかるように明記し，本文中に重複して記載しないように注意して下さい。
7. 掲載論文のすべての著作権は著者と日本眼光学学会に属します。
8. 文献は本文中に引用されたもののみを別紙に一括して書き，文献の記載順序は引用順とします。本文中の引用箇所には肩番号を付して照合して下さい。
9. 文献の書き方は，引用番号）著者名：題名．誌名巻：頁（始頁－終頁），発行年（西暦）．の順に書いて下さい。単行本の場合は，著者名：書名．編者名，頁（始頁－終頁），発行所名，所在都市名，発行年（西暦）．の順で書いて下さい。

著者が3名以上の場合は最初の2名を書いた上で3名以降は，他またはet alとして下さい。

例1）光学太郎，光学次郎，眼光学一郎：調節の研究．生理光学 1: 1-10, 1990.

例2）Yamaguchi L, Yamane J & Yagi K: Researches on accommodation. Physiol Opt 1: 1-10, 1990.

例3）Yamaguchi K: Physiological Optics. 25-30, CV Mosby, New York, 1990.

10. 著者校正は原則として1回行いますが，その際大幅な変更はご遠慮下さい。なお，やむを得ず大幅な変更があった場合は実費を申し受けます。
11. 英文要約は，和文要約に沿って書き，あらかじめ英語の堪能な方の校閲を受けて下さい。
12. 英語訳文の原稿も受付けますが，事前に編集委員会にご連絡下さい。
13. 別刷は30部を無料とし，これ以上の部数は有料として50部単位で受付けます。
14. 筆頭著者が当会会員の場合には，論文掲載料は本誌4頁までは無料とし，5頁からは1頁増えるごとに15,000円（消費税は含まず）を加算します（目安として本誌1頁が400字原稿用紙3.5枚に，図と表はそれぞれ400字原稿用紙ほぼ1枚に相当します）。

    依頼による総説の場合，掲載料は無料ですが，カラー印刷のみ実費（1頁当たり20,000円から32,000円）を申し受けます。
15. 原稿は下記の住所にお送り下さい。

〒565-0871 吹田市山田丘2-2

大阪大学医学系感覚機能形成学

日本眼光学学会編集委員会

Tel 06-6879-3941

Fax 06-6879-3948

E-mail hisyo10@ophthal.med.osaka-u.ac.jp

視覚の科学投稿用タイトルページ

受付 No.

＊（原稿の大きさは全て A4 以内）

題　名：

簡略題名：
(Running Head)

著者名*・所属名：

原稿内容：和文要旨　　枚，英文要旨　　枚，本文　　枚，文献　　枚,

図　　　枚（図説　　　枚）（カラー掲載希望：図番号　　　　　）

表　　　枚（表説　　　枚），著作権譲渡同意書　　　枚

フロッピー
ＭＯ　　（ソフト名：　　　　　　バージョン：　　　　）
ＣＤ

別刷請求先，氏名：

住　所 〒

所　属

氏　名　　　　　　　　　　　　(TEL　　　　　　)
(FAX　　　　　　)

著者校正宛先：（校正宛先に変更のある場合は速やかにご連絡下さい）

住　所 〒

所　属

氏　名　　　　　　　　　　　　(TEL　　　　　　)
(FAX　　　　　　)
(E-mail　　　　　　)

別刷希望数：有料　　　部＋無料 30 部＝　　　部（ただし有料部数は 50 部単位でお願いします）

＊共著者の所属が異なる場合は＊印を名前の肩につけて対応させて下さい。

注 1：講演要旨の場合は，文献，図表を付けずに作成して下さい。キーワード，英文キーワードは付けて下さい。

（裏面にもご記入下さい）

ワープロ又はタイプでご記入ください（切り貼り可）

受付　No. ________________

Title　：
（英文題名）

Author* (s)・Affiliation：
（英文著者・所属名）

Reprint requests to：
（英文別刷請求先，氏名）

本論文のキーワードを，和，英共 5 つ以内，下欄にご記入下さい。

	和文　キーワード	英文　Key Words
1		
2		
3		
4		
5		

著 作 権 譲 渡 同 意 書

＊受付日　　　年　　　月　　　日　No.

日本眼光学学会　殿

論文名

表記論文は，下記に署名した全執筆者が共同して書いたものであり，今までに他誌に発表されたことがなく，また他の雑誌に投稿中でないことを認めます。

表記論文が，視覚の科学に掲載された場合は，その著作権を日本眼光学学会に譲渡することに同意します。

筆頭著者署名　　　　　　　　　　　　　西暦　　　年　　　月　　　日

共著者署名　　　　　　　　　　　　　　西暦　　　年　　　月　　　日

共著者署名　　　　　　　　　　　　　　西暦　　　年　　　月　　　日

共著者署名　　　　　　　　　　　　　　西暦　　　年　　　月　　　日

共著者署名　　　　　　　　　　　　　　西暦　　　年　　　月　　　日

共著者署名　　　　　　　　　　　　　　西暦　　　年　　　月　　　日

＊注意

全著者の自筆署名を筆頭著者，共著者の順に列記して下さい。捺印は不要です。

なお，共著者の署名が上記の欄に書ききれない場合には本誌を複写したものをご使用下さい。

＊印の部分は記入しないで下さい。

会　　報

第 106 回　中国四国眼科学会・平成 21 年度中国四国ブロック講習会 第 1 回ご案内

会　期：2009 年 7 月 26 日（日）
会　場：サンポート高松　かがわ国際会議場
　760-0019　高松市サンポート 2-1　TEL：087-825-5000
会　長：白神史雄（香川大学医学部眼科学講座）
学会ホームページ：http://106chushi.jtbcom.co.jp
事前登録：2009 年 6 月 30 日（火）に〆切りました。
主　催：香川大学医学部眼科学講座
　761-0793　香川県木田郡三木町池戸 1750-1
　TEL：087-898-2211　FAX：087-891-2212
事務局：第 106 回中国四国眼科学会　事務局
　530-0001 大阪市北区梅田 2-2-22　ハービス ENT 11F
　㈱ジェイコム　コンベンション事業本部内
　TEL：06-6348-1391　FAX：06-6456-4105
　E-mail：106chushi@jtbcom.co.jp

第 63 回　日本臨床眼科学会　第 1 回ご案内

会　期：2009 年 10 月 9 日（金）～ 12 日（月・祝）
会　場：福岡国際会議場　812-0032　福岡市博多区石城町 2-1　TEL：092-262-4111
　福岡サンパレス　812-0021　福岡市博多区築港本町 2-1　TEL：092-272-1123
　マリンメッセ福岡　812-0031　福岡市博多区沖浜町 7-1　TEL：092-262-3111
主　催：九州大学大学院医学研究院眼科学分野，福岡県眼科医会
会　長：石橋達朗（九州大学大学院医学研究院眼科学分野）
副会長：荒川哲夫（福岡県眼科医会）
学会ホームページ：http://www.congre.co.jp/ringan2009/
演題募集：2009 年 5 月 28 日（木）に〆切りました。
事前参加登録：
■オンライン登録：平成 21 年 3 月 2 日（月）正午～ 8 月 17 日（月）正午
　学会ホームページ「事前参加登録」より登録画面に入り，必要事項を入力して下さい。従来のクレジットカード決済に加えて，ペイジー（郵便局または提携都市銀行での支払いシステム），主要コンビニエンスストア（セブンイレブン，ローソン，ファミリーマート，サークル K サンクス等）での決済が可能です。
　※便利でかんたんなオンライン登録をぜひご利用下さい。
■郵便払込による登録：2009 年 3 月 2 日（月）～ 7 月 21 日（火）当日払込分まで有効。専用の郵便払込用紙（「日本眼科学会雑誌」（5 月号）または「日本の眼科」（5 月号）に綴込み）か，郵便局備え付けの用紙に下記項目をご記入の上，お近くの郵便局からお支払下さい。郵便払込用紙 1 枚で 1 名のお申込みを受付けます。
【通信欄記入項目】
　参加証およびプログラム・抄録集送付先（勤務先 or 自宅宛，郵便番号，住所）／氏名（フリガナ）日本眼科学会会員番号（会員のみ）／勤務先名／ TEL ／ FAX ／ E-mail ／区分／金額

※必ずフリガナとE-mailもご記入下さい。（E-mailは，参加登録番号およびインストラクションコース事前申込ID，パスワードのご連絡に使用します。できるだけPC用をご記入下さい。携帯電話用の場合は，congre.co.jpドメインからのメール受信ができるよう，ご自身で携帯電話の設定変更をお願いいたします。）

口座番号：01740-0-147895

加入者名：第63回日本臨床眼科学会

※記入に不足がある場合，参加証およびプログラム・抄録集がお手元に届かないことがあります。

※上記通信欄が入力できないため，ゆうちょダイレクトによる払込はご遠慮下さい。

特別講演：「OCTによる黄斑病態の解明」（予定）　岸　章治（群馬大）
「眼における微生物の病原性について考える」（予定）　井上幸次（鳥取大）

招待講演：「The Development Process for New Retinal Therapies」　Stephen J. Ryan（Doheny Eye Institute）
「日本における再生医療の現状」（予定）　西川伸一（理化学研究所発生･再生科学総合研究センター）

シンポジウム：

1. 「角結膜手術の未来」　オーガナイザー；村上　晶（順天大）、天野史郎（東京大）
2. 「難治性角結膜疾患への挑戦」　オーガナイザー；木下　茂（京都府医大）、西田幸二（東北大）
3. 「マルチフォーカルIOL徹底討論」　オーガナイザー；永本敏之（杏林大）、大鹿哲郎（筑波大）
4. 「緑内障の疫学」　オーガナイザー；新家　眞（東京大）、澤口昭一（琉球大）
5. 「血管新生緑内障の治療戦略」　オーガナイザー；桑山泰明（大阪厚生年金病院）、谷原秀信（熊本大）
6. 「黄斑疾患アップデート―疾患概念の進歩―」　オーガナイザー；飯田知弘（福島県医大）、近藤峰生（名古屋大）
7. 「糖尿病網膜症に対する新たな治療戦略」　オーガナイザー；北岡　隆（長崎大）、須藤史子（女子医大）
8. 「抗血管新生治療の適応と実際」　オーガナイザー；小椋祐一郎（名古屋市大）、白神史雄（香川大）
9. 「コンタクトレンズ関連角膜感染症を考える」　オーガナイザー；大橋裕一（愛媛大）、井上幸次（鳥取大）
10. 「斜視患者のQOLを考える」　オーガナイザー；大月　洋（岡山大）、佐藤美保（浜松医大）
11. 「網膜剝離を伴う重症未熟児網膜症の治療選択」　オーガナイザー；東　範行（国立成育医療センター）、日下俊次（大阪大）
12. 「眼科領域におけるドラッグデリバリーシステムのアップデート」　オーガナイザー；吉冨健志（秋田大）、柏木賢治（山梨大）
13. 「視覚障害による身体障害程度等級決定法を見直す」　オーガナイザー；山本修一（千葉大）、加藤　聡（東京大）
14. 「学術的方法論に基づいた眼科医療の評価」―日眼医研究事業の結果報告―　オーガナイザー；山田昌和（東京医療センター）、伊藤信一（伊藤眼科クリニック）

15.「マイクロサージェリーにおける観察系の進歩“見えるが勝ち”」
　—硝子体手術の眼底視認性—　オーガナイザー；堀口正之（藤田保健衛生大）
　野田　徹（東京医療センター）

16.「次期診療報酬改定について」　オーガナイザー；山岸直矢（山岸眼科医院）
　他 1 名未定

17.「アジアンシンポジウム」　オーガナイザー；西田輝夫（山口大）
　坂本泰二（鹿児島大）

18.「加齢黄斑変性のトータルケア」　オーガナイザー；高橋寛二（関西医科大・枚方）
　湯澤美都子（日本大・駿河台）

一般演題（一般口演・学術展示）：

インストラクションコース：60 コースを予定。事前参加申込は学会ホームページにて，7 月下旬受付開始予定。
- 参加費無料
- 事前申込では 6 コースを上限設定
- 全コースに当日枠を設定

視能訓練士プログラム：「視能訓練士と高齢者とのかかわりを考える」
　オーガナイザー；南雲　幹（日本視能訓練士協会学術部）
　堀越由紀子（田園調布学園大）

ナーシングプログラム：「今ふたたび，眼科看護とは？　—現場のチャレンジ—」
　オーガナイザー；大橋裕一（愛媛大）
　大音清香（西葛西・井上眼科病院）

病医院運営プログラム：「最新機器導入の分岐点」　オーガナイザー；前田利根（日本眼科医会）
　千原悦夫（日本眼科医会）

眼科専門医制度講習会：**共催セミナー**：
　モーニングセミナー・クルズス，ランチョンセミナー，イブニングセミナー

市民公開講座：未定

併設器械展示：10 月 9 日（金）～ 11 日（日）　マリンメッセ福岡

専門別研究会：黄斑研究会，オキュラーサーフェス研究会，眼科 DNA チップ研究会，強度近視眼底研究会，
再生医療・生体材料研究会，日本視野研究会，眼の形成外科，眼科臨床病理組織研究会

事務局：812-8582　福岡市東区馬出 3-1-1
九州大学大学院医学研究院眼科学分野
事務局長；園田康平
TEL：092-642-5648　FAX：092-642-5663

運営事務局：810-0001　福岡市中央区天神 1-9-17　5F
株式会社コングレ　九州支社内　担当；長野
TEL：092-716-7116　FAX：092-716-7143
E-mail：ringan2009@congre.co.jp　http://www.congre.co.jp/ringan2009/

眼光学チュートリアルセミナー
ー 眼科医・視能訓練士のための ー

会　期：2009 年 8 月 1 日（土）10：00 ～ 17：00
　2 日（日） 9：00 ～ 16：00　2 日間

会　場：日本薬学会長井記念館地下 2 階長井記念ホール（東京都渋谷区渋谷 2-12-15）
（アクセス http://www.pharm.or.jp/hall/access.html《渋谷駅下車 徒歩 8 分》）

本チュートリアルの趣旨と特長：

日本のQOV（quality of vision）は，眼光学に関心の深い眼科医，視能訓練士，理工系の研究者，それと関連する企業の尽力により，世界的にみても高品位に保たれていますが，実際の臨床現場ではより深い眼光学の知識を必要とする機会が多くなっています。そこで，知っておくべき，あるいは臨床で困ったときに役立つ光学知識を，眼光学の観点から解りやすく解説するセミナーを開催します。

昨年度は本邦初の試みに対して130名を超える参加をいただき，たいへん好評を博しました。本年度は，アンケート結果を踏まえて内容を精査し，講師も含めて全体を充実させました。また，より多くの方に参加していただけるよう，参加費の見直しも行いました。

☆昨年度のアンケートより（一部抜粋）

・今回のセミナーはとても画期的だったと思います。これからもどんどんグレードアップして続けて欲しい。
・各先生方の講義では何度も出てくる言葉（スネル，回折，収差など）があり，色々な先生方からの説明でより理解できました。初日はただ耳に入っていただけの言葉が二日目にはイメージができるようになったような気がします。
・何度聴いてもよくわからない分野ですが，今回かなりわかったような気がします。この分野をじっくり聴けることがなかったので感謝しています。
・今までは理解しようと思っても避けてきた部分の様々な講義を受講して，今回は少し理解できたように思います。自身が理解できた部分を教育の場で生かしたいと思います。

スケジュール：下記のとおりです。（多少の変更はご了解下さい）

日　時	科　目	講義内容	講　師
8/1 10:00 ～ 10:15	オリエンテーション		不二門　尚（大阪大）
10:15 ～ 11:05	光学基礎（1）	光の特性，結像公式，収差の概念	宮前　博（コニカミノルタオプト）
11:15 ～ 12:00	光学基礎（2）	PSF，MTF，OTF，PTF，strehl比，等	大沼一彦（千葉大）
13:00 ～ 13:45	視力とコントラスト感度	視力，コントラスト感度，等	根岸一乃（慶應大）
13:55 ～ 14:45	多焦点眼内レンズ	多焦点眼内レンズの原理／検査	大沼一彦（千葉大）
15:00 ～ 16:00	手術用顕微鏡	光学系，メーカーによる特徴：使い方のコツと限界	野田　徹（東京医療センター眼科）
16:10 ～ 17:00	眼底カメラ		同上
8/2 9:00 ～ 9:45	エキシマレーザー	エキシマレーザー角膜手術装置の原理	鈴木喜尊（ニデック）
9:55 ～ 10:50	波面センサー	種類，測定原理と限界	不二門　尚（大阪大）
11:00 ～ 12:00	干渉計測	OCT，IOLマスター，測定原理と限界	同上
13:00 ～ 13:45	他覚的屈折検査	オートレフ：測定原理と限界	小林克彦（トプコン）
14:00 ～ 16:00	屈折矯正	屈折検査の手段，眼鏡処方の基礎，矯正方法の違い（眼鏡，CL，IOL）	梶田雅義（梶田眼科）

（敬称略）

※ 詳細をご覧なりたい方はJOEMのホームページをご覧下さい。URL：http://www.joem.or.jp/

参加費：眼　科　医：25,000円　　研修医／学生：15,000円
　　　　視能訓練士：15,000円　　JOEM会員：20,000円
　　　　一　　　般：30,000円　　（テキスト代，消費税込）

申込期限：2009年7月24日（金）まで（定員（180名）になり次第〆切ります。）

申込方法：お申込みフォームは下記のURLからお入り下さい。
お申込み受付後，JOEMから申込責任者宛に受講票と請求書を郵送いたします。
http://www.joem.or.jp/moushikomi.htm

申込先および問合せ先：㈳日本オプトメカトロニクス協会　105-0011 東京都港区芝公園3-5-22
TEL 03-3435-9321　FAX 03-3435-9567　E-mail: info@joem.or.jp

主　催：日本眼光学学会 & ㈳日本オプトメカトロニクス協会（JOEM）

第 50 回　日本視能矯正学会

会　期：2009 年 10 月 17 日（土），18 日（日）
会　場：東京国際フォーラム　ホール A（収容人数 3,000 名を想定）
テーマ：視覚世界の謎に迫る

特別講演（10 月 18 日（日）午前中を予定）
「赤ちゃんは顔を読む（仮題）」　山口真美（中央大文学部心理学研究室）

教育講演（10 月 17 日（土）午後を予定）
「OCT の見方」　小林義治（帝京大医療技術学部視能矯正学科）

招待講演（対談形式で行う，10 月 18 日（日）13 時 30 分からの予定）
「斜視　患者の気持ち・医者の気持ち（仮題）」　座長；久保田伸枝（帝京大医療技術学部視能矯正学科）
テリー伊藤（ロコモーション）
丸尾敏夫（帝京大医療技術学部）

シンポジウム（10 月 18 日（日）午前中を予定）
「本音で語ろう　間欠性外斜視」　座長；佐藤美保（浜松医大）
手術の立場から：前後転術　初川嘉一（大阪府立母子保健総合医療センター）
手術の立場から：外直筋後転術　坂上達志（帝京大医療技術学部）
視能矯正の立場から：視能矯正訓練　松本富美子（近畿大堺病院）
視能矯正の立場から：視能矯正的検査法とその評価　金谷まり子（東邦大佐倉病院）

第 50 回学会記念式典（10 月 18 日（日）14 時 30 分からを予定）

ランチョンセミナー
10 月 17 日（土）「多焦点眼内レンズについて」　日本アルコン㈱協賛
内　容：多焦点眼内レンズの基本知識と現状，最新情報提供
多焦点眼内レンズをご施設に導入を成功させる上で視能訓練士としての重要な役割
10 月 18 日（日）　ランチョンセミナーを行う予定で内容検討中

第 9 回　近畿弱視斜視アフタヌーンセミナープログラム
ー弱視・斜視の基礎と臨床シリーズー
その 2：「斜視診療の伝統と今日」

（日眼生涯教育事業　申請中）

会　期：2010 年 2 月 27 日（土）午後 2 時 45 分～ 6 時 10 分
会　場：参天製薬・講堂（センチュリーホール）（阪急千里線下新庄駅歩 5 分）
講　演：
1．正接尺の使い方とわとおし法 ―より自然な眼位の観察のために―　佐々本研二（ささもと眼科）
2．麻痺性斜視に対する筋移動術の考察　西田保裕（滋賀医大）
3．ボツリヌス毒素療法最前線　三村　治（兵庫医大）
4．斜視治療に有用な外眼筋の画像診断　横山　連（大阪市立総合医療センター）
5．ワークショップ：レチノスコピー　指導；湖崎　克 名誉会員＋全メンバー

会　費：1,000 円（当日登録）
主　催：近畿弱視斜視研究会・参天製薬㈱
（不二門　尚，初川嘉一, 三村　治，三宅三平，西田保裕，野村耕治，近江源次郎，佐々本研二，
菅澤　淳, 杉山能子, 山縣祥隆, 横山　連, 内海　隆）　（以上 13 名・ABC 順）
連絡先：事務局　内海　隆（医療法人 内海眼科医院　TEL: 072-626-1223）

第 80 回　九州眼科学会　第 1 回ご案内

会　期：2010 年 5 月 28 日（金）～ 30 日（日）
会　場：ホテルマリターレ創世　佐賀
840-0804　佐賀市神野東 2-5-15
TEL：0952-33-5511
会　長：沖波　聡（佐賀大学医学部眼科学教室）
副会長：三根　茂（佐賀県眼科医会）
主　催：佐賀大学医学部眼科学教室
849-8501　佐賀市鍋島 5-1-1
TEL：0952-34-2384　FAX：0952-33-3696
事務局長；平田　憲
ホームページ：http://80kos.jtbcom.co.jp
プログラム（予定）：
特別講演　1 題
教育講演　4 題
第 26 回九州緑内障カンファレンス
一般講演
平成 22 年度九州ブロック眼科講習会（5/30(日)）
第 23 回九州眼科医会従業員教育講座（5/30(日)）
懇親会（5/29(土) 夜）
演題募集：申込み方法は原則として，インターネットでのお申込みとさせていただきます。
詳細は，本会ホームページ（http://80kos.jtbcom.co.jp/）の演題募集ページをご覧下さい。
演題募集〆切日：2010 年 3 月 4 日（木）11：00AM
登録料：（円）

参加登録	事前登録	当日登録	懇親会
医師（大学院生含む）・企業研究員他	10,000	13,000	3,000
研修医・留学生	5,000	7,000	2,000
コメディカル	3,000	4,000	

※研修医，留学生およびコメディカルの方は，所属長の証明が必要です。
※事前登録料は，理由の如何にかかわらずご返金いたしませんので，ご注意下さい。
※事前登録された方には，2010 年 5 月上旬までに，講演抄録集およびネームカードをご郵送いたします。
事前登録〆切日：2010 年 4 月 8 日（木）　消印有効
事務局：第 80 回九州眼科学会　事務局
530-0001 大阪市北区梅田 2-2-22　ハービス ENT 11F
㈱ジェイコム コンベンション事業本部内
TEL：06-6348-1391　FAX：06-6456-4105
E-mail：80kos@jtbcom.co.jp

第 46 回　日本眼光学学会　第 1 回ご案内

会　期：2010 年 9 月 4 日（土），5 日（日）
会　場：パシフィコ横浜　会議センター
220-0012　横浜市西区みなとみらい 1-1-1　TEL：045-221-2155
会　長：魚里　博（北里大学大学院医療系研究科眼科学）

学 会 会 合 案 内

◆　2009 年　◆

開催日	名称	開催場所	問合せ先	演題〆切
8/26（水）～ 8/28（金）	日本心理学会第 73 回大会	立命館大学衣笠キャンパス（京都府京都市北区）	立命館大学文学部心理学研究室内 日本心理学会第 73 回大会準備委員会 TEL: 075-465-8340 FAX: 075-465-8391 E-mail: jpa2009 @ fc.ritsumei.ac.jp URL: http://www.wdc-jp.biz/jpa/conf2009/	
9/8（火）～ 9/11（金）	2009 年　応用物理学会秋季講演会	富山大学（富山県富山市）	㈳応用物理学会 TEL: 03-3238-1041 ㈹ FAX: 03-3221-6245 E-mail: technical-meetings@jsap.or.jp URL: http://www.jsap.or.jp	〆切ました。 2009.6.11
9/24（水）～ 9/27（土）	Fall Vision Meeting	University of Washington Seatle, WA, USA	Alex Wade E-mail: wade@wadelab.net URL: http://www.osavisionmeeting.org/conf/index.php/2009/VM2009	
10/11（日）～ 10/15（木）	Frontiers in Optics 2009（OSA）	Fairmont San Jose 170 South Market Street San Jose, CA The Sainte Claire Hotel 302 South Market Street San Jose, CA, USA	General Attendee Information c/o OSA Customer Service - FiO/LS Management E-mail: custserv@osa.org URL: http://www.frontiersinoptics.com/	
10/24（土）～ 10/27（火）	AAO Joint meeting with the Pan-American Association of Ophthalmology（PAAO）	Moscone Center Administrative Office 747 Howard Street, 5th Flr. San Francisco, CA	General questions:meetings@aao.org URL: http://www.aao.org/meetings/annual_meeting/sanfrancisco.cfm	
11/24（火）～ 11/26（木）	Optics & Photonics Japan 2009	朱鷺メッセ （新潟県新潟市中央区）	日本光学会事務局 TEL: 03-3238-1043 FAX: 03-3221-6245 E-mail: osj@vesta.ocn.ne.jp	

◆　2010年　◆

開催日	名称	開催場所	問合せ先	演題〆切
1/23(土)～ 1/28(木)	BiOS SPIE Photonics West	Moscone Center San Francisco, CA, USA	Customer Service E-mail: CustomerService@SPIE.org URL: http://spie.org/x13196.xml	
1/22(金)～ 1/24(日)	第33回日本眼科 手術学会総会	東京国際フォーラム (東京都千代田区)	株式会社コングレ TEL: 03-5216-5318 FAX: 03-5216-5552 E-mail: jsos33@congre.co.jp URL: http://www.congre.co.jp/jsos33/	
3/17(水)～ 3/20(土)	2010年応用物理学会 春季講演会	東海大学 (神奈川県平塚市)	㈳応用物理学会 TEL :03-3238-1041（代） FAX :03-3221-6245 E-mail: technical-meetings@jsap.or.jp URL: http://www.jsap.or.jp	
4/15(木)～ 4/18(日)	第114回 日本眼科学会総会	名古屋国際会議場（愛知県名古屋市熱田区）		
5/7(金)～ 5/12(水)	Vision Sciences Society 10th Annual Meeting	Naples Grande Hotel 475 Seagate Drive Naples FL, USA	Vision Sciences Society E-mail: VSSMeeting@visionsciences.org URL: http://www.visionsciences.org/meeting.html	
5/16(日)～ 5/21(金)	CLEO/IQEC 2010	San Jose McEnery Convention Center San Jose, California, USA	Technical Papers staff E-mail: cstech@osa.org URL: http://www.cleoconference.org/	

日本眼光学学会2009年第1回常任理事会議事録

日　時：2009年4月17日（金）16：00～17：30
場　所：東京フォーラム　ガラス棟　G504
出席者：魚里　博，大沼一彦，奥山文雄，小林克彦，佐藤美保，根岸一乃，不二門　尚，三橋俊文，松本富美子
計10名　　事務局　佐々木ふぢ子
欠席者：大鹿哲郎，吉田晃敏　　（50音順・敬称略）

議　長：不二門　尚　理事長
議　題：
◆報告事項
1．会員についての現況
・正会員・法人会員・年間購読会員・寄贈について
正会員537名・購読会員15箇所，寄贈9箇所，法人会員28社（2009年4月6日現在）
2．学会開催について
1）第44回日本眼光学学会終了報告　（奥山文雄会長）
奥山会長より，総会の収支報告書提出あり。
第56回日本臨床視覚電気生理学会と2学会合同で，眼光学66%，ERG 34%の割合で配分した。収入は事前登録326名，教育セミナーのみ4名，当日登録188名，教育セミナーのみ35名で，広告収入，展示収入，寄付金，補助金，その他を加え11,643,564円，支出は，印刷費，通信費，備品・消耗品費，会場費，設備費，会議費，謝礼，旅費，滞在費，事務局経費（運営事務局経費を含む）を入れて11,643,564円となった。会場は2年前に押さえるのが，最近常識になっているが，教育会館はその辺の融通が利いたのと，設備は完璧ではないが，会場費も安かったので決めた。今後の東京での開催の参考になればと思う。
2）第45回日本眼光学学会現況報告　（不二門）
今回は開催の時期が早くなり，6月26日（金）～28日（日）に，日本白内障学会・日本眼内レンズ屈折手術学会・Asia Pacific Association of Cataract and Refractive Surgeons（APACRS）Annual Meetingとの合同開催を行うことになっている。合同学会については，できるだけそういう方向を目指すようにとの日眼の方針もあり，また，眼科以外の学会でも合同学会を行う方向にあるので，こういう企画はよいと思う。今回は白内障・眼内レンズ学会の中に眼光学の演題が溶け込んでしまっているので，どれが眼光学の演題かよくわからないかもしれないが，これは総会長の方針なのでご理解いただきたいと思う。シンポジウムをたくさん企画していただいているが，眼光学については近視の科学，色覚を科学する，白内障術後屈折異常対策という部分に含まれていると思う。また，今まで眼鏡士のシンポジウムを行っていたが，今回は，教育セミナーとして眼科医と視能訓練士のためのセミナーを3つ企画されている。前眼部関係の学会と眼光学との合同学会ということで企画された。
3）第46回日本眼光学学会の現況報告　（魚里　博会長）
日時：2010年9月4日（土）・5日（日）
会場：パシフィコ横浜　4階·5階をメインに予定
主催：魚里　博（北里大学）
眼科臨床機器研究会とＩＲＳＪとの合同学会で行う予定。眼鏡シンポジウムに代わるものとして教育セミナー的なことを行う予定。また，視能訓練士のための眼光学講座もシンポジウムとして同時に開催する予定にしている。眼科画像診断研究会については，魚里先生と吉田先生とでどうするか詰めていただくことになった。

３．「視覚の科学」発行予定
- 2009年度第30巻１号，５月発行予定
- 編集委員長並びに編集委員の交替について

　今年１月より，編集委員長に三橋俊文氏をお願いし，編集委員についても，何人かの方にご退任いただき，同人数になるように新編集委員をお願いし，ご承諾をいただいた。編集方針などについては，今までの方針を踏襲し，日本眼科紀要会にお願いしている。本年１号，２号については，前編集委員長の大沼先生の方で企画していただいているので，３号から三橋氏が担当し，すでに５月20日締め切りで原稿の依頼をしている。原著については，査読中のものがあるが，できるだけ原著を提出していただくようにお願いしたい。
- １月以降の編集委員一覧

　編集委員長：三橋俊文

　編集委員：市川一夫，井上　真，魚里　博，江本正喜，大鹿哲郎，大沼一彦，奥山文雄，梶田雅義，祁　　華，古野間邦彦，斎田真也，佐藤美保，仲泊　聡，根岸一乃，長谷部　聡，畑田豊彦，原　直人，不二門　尚，前田直之，松本富美子，吉澤達也

４．第14回日本眼光学学会学術奨励賞

今年は医学系が２名選出された。
- 医学　川尾美樹　（町立大淀病院）　34歳　視能訓練士
　原著「Laser in situ Keratomileusis 術前後の各種検査法による屈折値の比較検討」
- 医学　大貫和徳　（社会保険中京病院）　36歳　医師
　原著「検者間および同一検者での前眼部 Optical Coherence Tomography の測定再現性」

５．ホームページについて　（奥山理事）
- 2008年度までのホームページ担当業者が廃業するので, 新しい業者に変更するため２社（ビヨンディッド，リアルキャスト）から見積もりをとり，常任理事会にて検討の結果，とりあえず１年リアルキャストに委託することに決定した。
- なお，ホームページの今後の予定について奥山理事とリアルキャストと話し合っていただき，現在その企画について，見積もりなど作成中。

　雑誌を PDF 化してホームページに掲載することや，目次を掲載し，リクエストに応じて資料を提供すること，などを含め事務局の事務量の増加，並びに経費についても，今後追々相談し，デザインにあまり費用を使わず，内容を充実させるように考える。基本的に学会情報，抄録集のデータ，雑誌について会員がパスワードを使って利用できるようにするなど，今後検討する必要がある。次回理事会までに具体案を出す。
- バックナンバー欄へ28巻４号・30巻１号の目次を５月中に追加掲載の予定
- 学術奨励賞2009年度，会議後追加の予定
- PDF 化し，会員の需要に応じて，データを提供するなどのこともあるが，コストと事務局の事務量の増加についてもう少し考える必要がある。今後追々相談し，デザインにあまり費用を使わず，内容を充実させるように考える。基本的に学会情報，抄録集のデータ，雑誌について会員がパスワードを使って利用できるようにする。

６．眼光学チュートリアルセミナーについて

日本眼光学学会と日本オプトメカトロニクス協会主催の「眼科医・視能訓練士のための」眼光学チュートリアルセミナーを下記予定にて開催

日時：2009年８月１日（土）・２日（日）

会場：日本薬学会　長井記念館

７．日本眼科学会より学生講義スライドの作成について依頼を受け，大沼先生に作製していただき提出した。

８．その他
- 総会への補助金50万円を４月27日に担当校へ振込予定

協議事項

1．2008 年度会計報告
2．2009 年度予算案・事業計画学会誌について
3．学会誌について
・前回下記のような提案が出ているが，文言の追加をした方が良いかどうか検討し，決定しては。
・会則の会員第 9 条の文言に追加する必要があるかどうか？
現在　第 9 条会員には定期刊行物を配布する。
↓
第 9 条　会員には定期刊行物「視覚の科学」を配布する。また，前年度に「視覚の科学」に掲載された原著の中から編集委員の推薦により，学術奨励賞並びに研究助成金を与える。
4．2011 年日本眼光学学会について
根岸委員より，坪田教授の許可は下りているので，日時，場所については，次回常任理事会までにはもう少し具体的に考えるという発言があった。
5．名誉会員の推薦について
名誉会員規程において下記のように定められている。下記の条件を満たす方は，現在監事をお引き受けいただいている可児先生と畑田先生に当たるが，是非もう暫くご尽力いただきたいので，今回は大変申し訳ないが，見送らせて頂くことに決定した。
1．年齢満 67 歳以上（4 月 1 日現在）に達し 15 年以上理事・監事であった者。
2．前項の規程に関わらず理事会において推薦された者。
6．屈折調節研究会・眼科 ME 学会・眼科画像診断研究会について
今後の方針を検討するのに会員よりアンケートをとる計画があり，前回，理事にお聞きして検討することになっていたが，そのままになっているので，検討していただきたい。
屈折調節研究会については, 前回臨眼で根岸先生にインストラクションコースで「マルチフォーカル検査」という演題で 60 分コースをしていただき，かなり評判がよかった。今年もそろそろ臨眼が近づいているので，今年は 90 分コースを申し込んで「マルチフォーカル検査」をもう少し掘り下げて，良いところ悪いところを含めて，もう少し理論的に進めるようにする。
眼科画像診断研究会については，吉田先生が今回欠席されているので，吉田先生の意見を聞いて，魚里先生と相談していただくことにする。
7．その他
前回，眼光学関連の出版物の企画を理事会に提案し，企画，募集などの具体案を検討することになっていたが，眼光学チュートリアルセミナーのサマリーなどをホームページに掲載して会員が見られるようにするのも一つの方法と考えられる。
・ホームページについて
雑誌の過去のもの，総会の抄録集を PDF 化して，バックナンバーを残さなくてよいようにする。パスワードを設け会員はいつでも見られるようにするなど，ホームページの今後の利用方法について奥山先生によく検討していただく。
8．次回常任理事会の開催について
2009 年 6 月 25 日（木）の予定。

日本眼光学学会入会申込書

※入会申込書は永久保存いたします。直接入力していただくか、手書きの場合、日本語は、楷書、平仮名で、ローマ字は活字体で記入してください。
※入会申込書を基に会員名簿を作成いたします。名簿に掲載してよい項目には必ず○をお付けください。○印がない方はすべて掲載いたしますのでご了承ください。
※年 会 費　本会員：5,000 円　　購読会員：6,000 円
※会費振込：郵便振替口座番号；00990-0-204392 加入者名；日本眼光学学会

入会申込日：　　年　　月　　日	会員種別:　正会員　購読会員（該当分に○）

◆事務局記入欄　承認日：　　年　　月　　日　　会員番号　　　　号

氏名	（日本字） （ローマ字）　　　　印	生年月日 ※明・大・昭・平 年　月　日	※性　別 男・女
所属・勤務先	名 称（部課までくわしく）（日本語）	所属先における職名・地位（日本語）	
	（英語・ローマ字）	（英語・ローマ字）	
	所在地（日本語）	TEL 内線（　　）	
	（英語・ローマ字）	FAX	
勤務先E-mail			
自宅住所（日本語）	〒	TEL	
（英　語）		FAX	
自宅E-mail			
通信先	※ 勤務先・自宅・その他 その他の住所 （〒　　　）		
学歴他	［最終大学・学校］　大学　学校　学部　学科　専攻　年卒（見込） ［大学院］　大学　大学院　課程　研究科　専攻　年了（見込） ［実務経験］　年		
現在の専門	※ 医学系 理工学系	紹介者　　印	
備考欄	日眼専門医認定番号：	視能訓練士協会会員番号：	

◆事務局記入欄

申込書受取日	受取の返事
年　月　日	

日本眼光学学会変更届

移動が生じた場合は、速やかに変更届をFAX (072-631-3738)で事務局へお届けください。
事務局には全て届けていただきますが、名簿に記載しない項目には×印を忘れずお付け下さい。

ご氏名

変更の内容 (該当箇所に○をお付け下さい)	1. 氏名　2. 自宅住所　3. 勤務先 4. 文書および雑誌送付先　5. その他（　　）				
ふりがな		ふりがな		会員番号	
氏名		旧姓			
新勤務先住所	〒				
新住所ふりがな					
新勤務先名称					
新勤務先英文名					
新電話番号		新FAX番号			
E-mail					
新自宅住所	〒				
新住所ふりがな					
新電話番号		新FAX番号			
E-mail					
文書および雑誌送付先	1. 勤務先 2. 自　宅	変更届出年月日	年　月　日		

連絡先：〒567-0046　茨木市南春日丘7-5-10　第二山本ビル203　JMC佐々木内
日本眼光学学会事務局　TEL　072-631-3737　FAX　072-631-3738
E-mail　jmcfuji@ops.dti.ne.jp

事務局記入欄（記入しないで下さい）

受領日　年　月　日受付